

# CONTRIBUTION

**SEPTEMBRE 2023**

Contribution de la Commission de  
régulation de l'énergie à la stratégie  
française énergie-climat



# Contribution de la CRE à la stratégie française énergie-climat

## Introduction

La Commission de régulation de l'énergie (CRE) souhaite apporter sa contribution aux travaux et réflexions sur la prochaine programmation de l'énergie et du climat. Avec des objectifs européens et nationaux à atteindre dès 2030 particulièrement ambitieux, la prochaine programmation de l'énergie et du climat ne sera pas la simple continuation des précédentes.

Il s'agit d'engager concrètement notre pays vers la neutralité carbone à l'horizon 2050 en fixant la trajectoire énergétique de la France sur la période 2028-2033.

Dans ce cadre, et dans le respect de son champ de compétences, la CRE formule sa contribution à la stratégie française sur l'énergie et le climat (SPEC).

Tout d'abord, l'enjeu fondamental est d'augmenter la production d'électricité décarbonée afin d'électrifier les secteurs d'activité les plus émetteurs de gaz à effet de serre, tels que le transport, l'industrie et le chauffage tout en intégrant les objectifs de sobriété comme composante essentielle de la politique énergétique. Développer rapidement les énergies renouvelables tout en préparant concrètement l'avenir du nucléaire permettra de produire plus d'électricité. À ce titre, il convient de prolonger la durée de vie des centrales nucléaires existantes tout en s'engageant en faveur de la construction de nouvelles centrales nucléaires, de petits réacteurs nucléaires modulables, mais également en décarbonant la production des autres vecteurs énergétiques.

Cet enjeu de croissance de la production ne doit pas omettre le second enjeu fondamental qui est celui de l'efficacité économique. En effet, la transition énergétique attendue nécessite des investissements financiers considérables. Dans ce cadre, il est primordial de privilégier des technologies déjà compétitives, d'opter pour des procédures concurrentielles efficaces et d'encourager le recours aux énergies renouvelables ne nécessitant pas ou peu de soutien financier de l'État.

Ensuite, l'ensemble des consommateurs (particuliers, entreprises et collectivités) ont un rôle crucial à jouer dans la transition énergétique, en adoptant des comportements sobres et en investissant dans des équipements économes en énergie. Il est essentiel d'agir dans leur intérêt tout en leur fournissant les outils nécessaires pour agir sur leur consommation. Les collectivités territoriales ont également un rôle déterminant à jouer dans cette mutation, en favorisant le développement des énergies décarbonées et en adaptant leurs infrastructures.

Par ailleurs, la réalisation de ces objectifs ambitieux impose également de décarboner l'industrie. Pour encourager les investissements nécessaires en ce sens, il est crucial d'assurer la stabilité des prix de l'électricité en faisant émerger un marché de gros à long terme de l'électricité fournissant les signaux économiques pertinents.

De plus, les réseaux d'électricité et les infrastructures de gaz devront se transformer pour répondre à la demande croissante, notamment liée à l'électrification des nouveaux usages. Dans ce cadre, il est important de garantir des délais de raccordement raisonnables, de maintenir la qualité de service et de promouvoir une gestion coordonnée des différents réseaux d'énergies.

L'ambition de s'affranchir des énergies fossiles flexibles, conduit à développer des énergies renouvelables intermittentes ce qui entraîne des besoins accrus en flexibilité pour lever les congestions et équilibrer l'offre et la demande. Il est donc nécessaire de mobiliser diverses sources de flexibilité telles que le stockage, l'effacement et l'ajustement de la production. Ces besoins sont d'autant plus renforcés dans les zones non interconnectées.

L'hydrogène décarboné représente également une opportunité pour répondre à l'urgence climatique. La CRE recommande de concentrer les efforts sur les secteurs où l'hydrogène est essentiel, tels que l'industrie et les transports lourds. Les infrastructures les plus importantes auront vocation à être régulées, mais il faudra auparavant construire un cadre de régulation adaptée à ces infrastructures.

Enfin, le biométhane est essentiel compte tenu de la complémentarité souhaitable des énergies et notamment pour décarboner le secteur du bâtiment.

La CRE souligne l'importance, pour assurer la réussite de la transition énergétique, de la qualité et de l'effectivité de la coordination entre les acteurs publics, les consommateurs, les entreprises et tous les territoires notamment en prenant en compte les spécificités des zones non interconnectées. Dans ce contexte, cette contribution s'inscrit dans les enjeux et propositions élaborés par France 2030 et France Nation Verte.

# Contribution de la CRE à la stratégie française énergie-climat

## Synthèse

Avec des objectifs particulièrement ambitieux à atteindre dès 2030, **la prochaine programmation de l'énergie et du climat ne sera pas la simple continuation des précédentes. Il s'agit d'engager concrètement notre pays vers la neutralité carbone à l'horizon 2050.** Elle devra aussi permettre de maintenir dans la durée un niveau élevé de sécurité d'approvisionnement après la crise qui a frappé l'Europe et la France, tout en garantissant une énergie abordable indispensable à la protection du pouvoir d'achat de nos concitoyens, à l'efficacité de notre économie et au développement industriel nécessaire à la souveraineté de notre pays.

Dans le cadre de son action, la CRE participe à la défense des consommateurs résidentiels et professionnels à court, moyen et long terme, en particulier en surveillant les marchés d'électricité et de gaz naturel et en veillant à l'émergence de prix raisonnables et stables, ainsi qu'à la sécurité et la qualité de l'approvisionnement, en cohérence avec les objectifs de la politique énergétique.

Ainsi, la contribution de la CRE porte sur l'avenir des réseaux, sur les enjeux liés au marché intérieur européen de l'énergie, et sur le développement des énergies renouvelables. Cette contribution s'appuie sur les rapports du Comité de prospective de la CRE publiés depuis 5 ans, dont les synthèses remises à jour par leurs présidents figurent en annexe, ainsi que sur les analyses des services de la CRE.

Dans tous les débats qui ont eu lieu dans ce cadre, la CRE note, par ailleurs, l'enjeu soulevé régulièrement par les acteurs sur la question **des matériaux critiques, et sur celle de la formation professionnelle permettant de maintenir ou développer les compétences nécessaires aux ambitions visées.** Bien que hors de son champ d'expertise, la CRE souhaitait appeler l'attention sur ces deux thématiques revenant de façon transverse dans un grand nombre de ses travaux.

### 1. L'ENJEU MAJEUR DU DÉVELOPPEMENT DE L'ÉLECTRICITÉ DÉCARBONÉE DOIT S'INSCRIRE DANS UNE ÉQUATION ÉCONOMIQUE MAÎTRISÉE

**Le premier enjeu fondamental est celui de l'augmentation de la production d'électricité décarbonée.** La décarbonation de l'économie passe par une large électrification des usages : transport, industrie, chauffage, etc. Nous devons, comme le reste du monde, **produire beaucoup plus d'électricité décarbonée, tout en inscrivant dans la durée la sobriété** comme une composante essentielle de la politique énergétique. Pour notre pays, qui grâce à ses choix stratégiques passés, a la chance de disposer aujourd'hui d'un parc de production d'électricité largement décarboné qu'il faut préserver tout en préparant la suite, il s'agit de :

- à court et moyen termes, développer la production d'électricité renouvelable le plus rapidement possible et prolonger la durée de vie de nos centrales nucléaires existantes ;
- dès maintenant, s'engager dans la construction de nouvelles centrales nucléaires qui prendront à terme le relais du parc existant et dans la transformation de centrales hydrauliques en STEP ;
- s'engager dans le développement de petits réacteurs modulables pour la production électrique ainsi que dans la décarbonation de la production d'autres vecteurs énergétiques (chaleur, hydrogène, dessalement).

Ces mesures sont indispensables à la fois pour répondre à la demande croissante d'électricité tout en réduisant puis supprimant le recours aux énergies fossiles, et pour renforcer la sécurité d'approvisionnement. Elles contribueront à maîtriser les prix de gros de l'électricité grâce à une offre suffisante et devraient faire l'objet d'un large consensus.

**Le deuxième enjeu fondamental est celui de l'efficacité économique.** La transformation à venir du système énergétique nécessite de larges interventions publiques, pour des montants financiers considérables, en dizaines voire centaines de milliards d'euros. **Il est essentiel de privilégier des mécanismes financièrement sains et incitatifs pour produire efficacement une électricité décarbonée qui bénéficiera à la compétitivité de notre économie, au pouvoir d'achat de nos concitoyens et allègera la pression sur le budget de l'État.** Cela passe notamment par :

- la priorité aux technologies éprouvées et déjà compétitives (photovoltaïque, éolien à terre et en mer, petite hydraulique) ;

- des procédures concurrentielles de sélection des producteurs d'électricité renouvelables, permettant de faire appel largement aux compétences de premier plan qui existent en France et en Europe ;
- le recours, chaque fois que cela est possible, au développement d'énergies renouvelables ne nécessitant pas de soutien financier de l'État (contrats dits « PPA », par exemple) ;
- l'utilisation, pour guider les choix de politique énergétique, du coût de la tonne de CO<sub>2</sub> évitée, qui permettra notamment le moment venu de développer de façon efficace la capture et le stockage du carbone (CCS/CCUS).

L'innovation, tant en amont dans la production et le stockage que dans les réseaux et les services au consommateur, sera un facteur décisif dans la réussite de cette transformation majeure du système énergétique. Les technologies émergentes, par exemple les énergies marines renouvelables, devront être soutenues en fonction de leurs perspectives de compétitivité.

## **2. LA NÉCESSITÉ D'ASSOCIER ÉTROITEMENT LES CONSOMMATEURS ET LES TERRITOIRES COMME CO-PILOTES DU NOUVEAU SYSTÈME ÉNERGÉTIQUE**

**Les consommateurs, c'est-à-dire, les particuliers, les entreprises et les collectivités, ont un rôle majeur à jouer dans la transformation du système énergétique.** Leur contribution pour atteindre la neutralité carbone sera essentielle : renforcement dans la durée des efforts de sobriété énergétique, investissements dans l'isolation et les équipements réduisant la consommation d'énergie, mise à disposition de leurs ressources de flexibilité au bénéfice du système électrique, rôle croissant en tant qu'acteur du pilotage d'un système énergétique plus décentralisé.

Pour « *embarquer* » les consommateurs dans la transition énergétique, il faut à la fois agir dans leur intérêt, mettre à leur disposition les outils leur permettant de jouer un rôle actif vis-à-vis de leur consommation d'énergie et les inciter à utiliser ces outils.

D'une part, **la réforme en cours du marché européen de l'électricité doit permettre de protéger les consommateurs contre de trop fortes variations de facture tout au long de la transition énergétique**, tout en maintenant des signaux de prix efficaces incitant aux efforts de sobriété et de flexibilité.

D'autre part, la réglementation doit évoluer pour faciliter **l'accès aux données de consommation d'énergie aujourd'hui insuffisamment développé**, tout en veillant à leur transparence et leur protection. L'enregistrement des données horaires dans les systèmes d'information des gestionnaires de réseaux, tout en maintenant un droit de refus (« *opt-out* ») pour les consommateurs, leur permettrait de disposer à tout moment et immédiatement, sur simple requête informatique, de leur historique de consommation. De même, **la réglementation doit permettre le développement de nouveaux contrats fondés sur l'engagement du consommateur dans la durée**, en cas d'offre combinée alliant fourniture d'énergie et services de maîtrise, de pilotage de la demande ou de couplage avec des équipements permettant la réalisation d'économies d'énergie. Le développement actuel et à venir de l'autoconsommation des particuliers, individuelle ou collective, est aussi l'occasion pour ces consommateurs de devenir des acteurs et des pilotes de leur consommation, même si celle-ci dépasse leur production propre.

Les quatre rapports du Comité de prospective sur *les consommateurs d'énergie*<sup>1</sup> concluent que **les outils numériques modernes offrent aux consommateurs de nombreuses opportunités pour s'impliquer dans leur consommation énergétique, réduire leur empreinte écologique et optimiser leurs dépenses**. Cependant, le défi principal consiste à convaincre les consommateurs d'utiliser ces outils et à devenir des acteurs de la transition écologique. Pour cela, il est essentiel de développer des outils simples et attrayants pour gérer les usages énergétiques et de renforcer le « *signal-prix* » de l'électricité afin d'inciter économiquement les consommateurs à ajuster leur demande. La confiance des consommateurs reste un élément clé pour favoriser ces développements.

**Le rôle des territoires dans cette mutation sera par ailleurs déterminant.** En effet, le développement des énergies renouvelables, d'une part, et l'adaptation de nos modes de vie à l'électrification de nombreux usages, d'autre part, affectera directement l'aménagement des territoires. Tout en relevant la complexité intrinsèque des gouvernances territoriales, l'implication des gouvernances locales, au premier rang desquelles les collectivités territoriales, devient donc une clé de la réussite de cette transition. L'implication effective et opérationnelle des acteurs locaux

<sup>1</sup> La synthèse, présentée en annexe, regroupe les conclusions et propositions des quatre rapports du Comité de prospective sur le consommateur et la société : le rapport sur « *Les consommateurs d'énergie et la transformation numérique* », publié en juillet 2018, le rapport sur « *Donner du sens aux données du consommateur* », publié en décembre 2019, le rapport sur « *L'aval compteur* », publié en juin 2021, et le rapport sur « *La confiance du consommateur dans les nouveaux services énergétiques* », publié en mars 2023.

passer par une clarification des rôles respectifs, la décentralisation des décisions en matière de développement des infrastructures énergétiques et enfin la responsabilisation financière de ces choix.

L'acceptabilité du développement des énergies décarbonées, notamment dans un contexte d'accélération, passe par un lien de confiance à réinventer avec les territoires, leurs habitants et les collectivités territoriales.

### **3. LE DÉVELOPPEMENT D'UN MARCHÉ DE L'ÉLECTRICITÉ À LONG TERME, CONDITION DE RÉUSSITE DE LA DÉCARBONATION DE L'INDUSTRIE**

La décarbonation de l'industrie est un objectif crucial pour réduire nos émissions et lutter contre le changement climatique. Le secteur de l'industrie, qui a déjà fortement réduit ses émissions en France et qui représente 27 % de la consommation nationale d'électricité (après le tertiaire et le résidentiel), est cependant l'un des principaux émetteurs de CO<sub>2</sub> et d'autres gaz à effet de serre.

**Les principales industries sont engagées dans une transformation majeure de leurs procédés dans l'électrification et l'utilisation d'hydrogène décarboné.** En outre, notre pays s'est engagé dans une démarche de réindustrialisation qui contribuera à la baisse globale des émissions de gaz à effet de serre à l'échelle mondiale en relocalisant des industries aujourd'hui fortement émettrices de CO<sub>2</sub>.

Le rapport du Comité de prospective sur *l'électrification des usages* signale que cette électrification présente un enjeu majeur pour le système électrique lui-même. La hausse de la demande d'électricité, qu'induit notamment l'électrification des nouveaux procédés, nécessitera en particulier d'augmenter les capacités des réseaux de transport.

**Les industriels ont besoin de visibilité et de stabilité sur les prix de l'électricité pour réaliser les investissements majeurs nécessaires** à cette transformation. La récente crise des prix de gros en Europe a également amplifié la volatilité des prix à un très haut niveau et ont éloigné les prix de marché des coûts de production. La réforme du marché européen de l'électricité et la mise en place en France d'un successeur au dispositif de l'Accès régulé à l'électricité nucléaire historique (ARENH) devront garantir cette visibilité et une convergence avec le coût de production, en **faisant émerger et croître un marché de gros à long terme de l'électricité**. Un tel marché et les outils de régulation à définir, en complément de contrats de gré à gré de type PPA, sont indispensables pour limiter la volatilité des prix et sécuriser les conditions économiques nécessaires aux investissements à venir.

### **4. LE RÔLE MAJEUR DES RÉSEAUX ET INFRASTRUCTURES : DES INVESTISSEMENTS SIGNIFICATIFS EN PERSPECTIVE, TOUT EN MAINTENANT UNE QUALITÉ DE SERVICE ÉLEVÉE**

Les réseaux d'électricité et les réseaux et infrastructures de gaz naturel sont des monopoles régulés qui permettent à l'échelle du pays, et même du continent européen, la mise en commun des sources de production et de flexibilité. Ils constituent un actif considérable pour notre pays, représentant une valeur économique de plus de 100 Mds€. Leur rôle dans la transition écologique sera majeur.

**Les réseaux d'électricité ne doivent pas devenir le facteur limitant de l'électrification de notre économie.** On observe, dès aujourd'hui, des délais de raccordement trop longs et parfois des coûts très élevés. La loi relative à l'accélération de la production d'énergies renouvelables contient des dispositions prometteuses pour accélérer les procédures administratives, mais des évolutions supplémentaires sont nécessaires pour :

- accélérer et optimiser les raccordements eux-mêmes : pour cela il faut généraliser les offres de raccordement intelligentes et de manière générale fluidifier et assouplir le cadre réglementaire du raccordement aux réseaux d'électricité. Une simplification et un élargissement du bac à sable réglementaire seraient utiles ;
- maintenir élevée la qualité de service des grands opérateurs pour répondre rapidement à l'accroissement de la demande : elle nécessitera des investissements significatifs et un pilotage resserré des délais et des résultats ;
- enfin, systématiser l'utilisation des flexibilités en lieu et place du renforcement du réseau à chaque fois que c'est économiquement pertinent.

Dans ce cadre, **les réseaux électriques doivent se développer fortement dans les années à venir pour accueillir la nouvelle production et faire face à la hausse de la demande avec l'électrification des usages** : mobilités propres,

zones de décarbonation de l'industrie, pompes à chaleur, etc. Au-delà des raccordements, il faudra renforcer le réseau national de transport et de distribution d'électricité et ce renforcement doit être considéré comme une priorité nationale. Cela nécessitera une collaboration accrue entre les différents acteurs et notamment entre les gestionnaires de réseaux de transport et de distribution d'électricité.

Enfin, il faudra construire de nouvelles interconnexions électriques, car le développement massif en Europe de la production renouvelable variable va accroître le besoin et l'intérêt de transférer l'électricité entre les Etats-membres.

Il est, par ailleurs, nécessaire de garder toutes les options ouvertes concernant les réseaux et infrastructures de gaz. La sortie du gaz fossile se fera au rythme du développement des solutions de remplacement, gaz décarboné, pompes à chaleur, réseaux de chaleur, hydrogène, etc. Le rapport de la CRE sur l'avenir des infrastructures gazières publié le 4 avril 2023 montre qu'une grande partie d'entre elles restera nécessaire à l'horizon 2050.

Parallèlement, l'évolution du système énergétique rend de plus en plus nécessaire une gestion coordonnée des réseaux d'électricité, de gaz et de chaleur à l'échelle locale. Les deux rapports du Comité de prospective sur *les nouvelles dynamiques locales du système énergétique*<sup>2</sup> concluent que le secteur de l'énergie connaît une tendance structurelle à la décentralisation, avec le développement des énergies renouvelables et des sources de flexibilité décentralisées (effacement, stockage) et l'implication croissante des initiatives citoyennes et des collectivités locales. S'inscrivant dans l'enjeu décrit plus haut d'un rôle croissant des gouvernances locales dans les choix énergétiques, il devient donc indispensable, d'une part, de coordonner la planification des investissements dans les différents réseaux à l'échelle locale, notamment en favorisant le couplage des réseaux en milieu urbain, et, d'autre part, de mieux organiser cette planification locale en lien avec la planification nationale, pour atteindre les objectifs nationaux de transition écologique.

## **5. L'IMPORTANCE NOUVELLE DE LA FLEXIBILITÉ À PART ÉGALE AVEC LE DÉVELOPPEMENT DES CAPACITÉS DE PRODUCTION**

**Le développement accéléré des énergies renouvelables (EnR) électriques et intermittentes et la sortie des énergies fossiles vont entraîner une très forte croissance des besoins de flexibilité en Europe.** À certains moments, il y a aura trop d'électricité sur le réseau et son prix sera très bas voire négatif, alors qu'à d'autres moments, il n'y en aura pas assez et son prix sera très élevé.

**La mobilisation de la sobriété, de l'efficacité et de toutes les sources de flexibilité,** en parallèle au développement des EnR, est **un enjeu essentiel pour le bon fonctionnement du système électrique** pendant et après la transformation à venir.

Tous les moyens d'équilibrer l'offre et la demande d'électricité à court terme seront donc fortement valorisés : interconnexions, stockage (batteries ou STEP), effacement et plus largement ajustement de la demande, ajustement de la production, etc.

Les rapports sur *la flexibilité et le stockage d'énergie* et sur *l'impact du développement des mobilités propres* du Comité de prospective concluent que le stockage d'électricité par batterie sera rentable à court terme et pourra fournir une flexibilité quotidienne et intra-quotidienne. Le développement des flottes de véhicules électriques entraînera une augmentation modérée, et donc gérable, de la consommation d'électricité. Ils pourront contribuer à la flexibilité du système, sous réserve d'une bonne gestion de la charge des véhicules et le développement de systèmes « *Vehicle-to-grid* » dans lesquels les véhicules électriques eux-mêmes deviennent des outils de stockage temporaire.

Le développement et l'utilisation des moyens de flexibilité répondent à des signaux de prix et s'appuient sur le fonctionnement du marché intérieur européen. La SFEC devrait donc fixer des objectifs indicatifs dans des fourchettes relativement larges et ne prévoir de soutien public qu'en cas de défaillance avérée du marché. En particulier, **la SFEC ne devrait pas fixer dans le détail la répartition entre les différents moyens de flexibilité.**

En revanche, **les pouvoirs publics doivent faciliter l'accès de toutes les sources de flexibilité aux différents segments du marché de l'électricité.** Les conditions de raccordement, de sous-comptage et de décompte, d'agrégation de multiples points de flexibilité doivent évoluer en ce sens. C'est particulièrement nécessaire pour la mobilité électrique dont le potentiel de flexibilité à coût réduit pour le système électrique est très important.

Enfin, dans le domaine du bâtiment tertiaire (surfaces de plus de 1 000 m<sup>2</sup>), le rapport de la CRE du 11 septembre 2023 fait le constat d'un potentiel majeur et atteignable en conditions réelles de fonctionnement de

<sup>2</sup> La synthèse, présentée en annexe, regroupe les conclusions et propositions du rapport sur « *La transition énergétique dans les territoires : nouveaux rôles, nouveaux modèles* », publié en octobre 2019, et celles du rapport sur « *La transition énergétique dans les territoires : nouvelles villes, nouveaux réseaux* », publié en juin 2021.

l'ordre de 6 GW de flexibilité en période de pointe. Une grande partie est « *structurelle* », c'est-à-dire, qui peut se prévoir à l'avance et se programmer en cohérence avec les contraintes opérationnelles des bâtiments. Cependant, la valorisation de ce potentiel nécessite un déploiement massif de solutions de pilotage et de leurs usages effectifs. Elle nécessite donc des investissements justifiés à la fois par des règlements plus exigeants en matière d'implémentation et de contrôle, mais aussi des outils de marché et tarifaires à adapter aux caractéristiques de consommation et d'effacement de ces bâtiments.

## 6. LE DÉVELOPPEMENT DE L'HYDROGÈNE BAS-CARBONE NÉCESSITERA, À MOYEN TERME, L'ÉMERGENCE D'UN NOUVEAU CADRE DE RÉGULATION DES INFRASTRUCTURES DÉDIÉES

**Le développement de l'hydrogène bas-carbone est une opportunité qui permet de répondre à plusieurs enjeux** : la lutte contre le réchauffement climatique, l'amélioration de la qualité de l'air, la sécurité des approvisionnements énergétiques et la création d'une filière industrielle nationale.

L'hydrogène décarboné est à ce jour extrêmement coûteux et son développement ne pourra se faire qu'avec de fortes subventions publiques. Le rapport du Comité de prospective sur *le vecteur hydrogène* conclut qu'il **est souhaitable de concentrer les interventions publiques sur les secteurs où l'hydrogène est nécessaire, c'est-à-dire à ce stade essentiellement la décarbonation de l'industrie** (sidérurgie, raffinage d'hydrocarbures, production d'engrais, cimenterie, etc.) **et pour le transport lourd**, notamment pour la production de carburants durables pour les secteurs maritimes ou aériens. Il recommande la neutralité entre les différentes technologies d'hydrogène bas-carbone : l'hydrogène produit par électrolyse à partir d'électricité bas-carbone (renouvelable ou nucléaire) ou l'hydrogène provenant d'énergies fossiles associées à un processus de capture et de stockage du carbone (CCS/CCUS).

En ce qui concerne les infrastructures d'hydrogène, la CRE se mobilise dans une approche progressive. **Les infrastructures les plus importantes** (réseaux longue distance, stockage) **pourront avoir vocation à être régulées**, et la CRE est un acteur mobilisé en France et en Europe pour **construire le cadre de régulation adapté**. Dans la phase à venir de début de massification, il n'est néanmoins pas souhaitable de figer trop vite ce cadre et en particulier de vouloir appliquer à la totalité des infrastructures du secteur de l'hydrogène un régime complet de l'accès des tiers régulé.

Les soutiens publics doivent se concentrer sur les usages les plus matures et les zones où ils sont concentrés. Cela **favorisera l'émergence de hubs territoriaux à proximité des zones industrielles et des principaux axes de transport européens pour les transports lourds**. La question de l'interconnexion de ces *hubs* par des infrastructures de grand transport d'hydrogène se posera progressivement, en fonction du développement des différents usages, qui reste incertain à ce jour.

## 7. L'ACCÉLÉRATION DU DÉVELOPPEMENT DU BIOMÉTHANE, UNE NÉCESSITÉ COMPTE TENU DE LA COMPLÉMENTARITÉ SOUHAITABLE DES ÉNERGIES

**Le développement du biométhane (gaz naturel décarboné) est essentiel dans la stratégie française de réduction de nos émissions de gaz à effet de serre**. En effet, le mix électrique français étant déjà très faiblement carboné, la baisse des émissions de CO<sub>2</sub> reposera largement, au-delà de l'industrie, sur les secteurs du transport et du bâtiment (résidentiel et tertiaire). Or, dans ce dernier secteur, une grande partie des émissions de CO<sub>2</sub> provient de la consommation de gaz naturel pour le chauffage et la production d'eau chaude sanitaire. La décarbonation du secteur du bâtiment passe donc par la réduction de l'usage du gaz naturel et par la décarbonation du socle de consommation de gaz qui restera d'ici à 2050.

Le rapport du Comité de prospective sur *le verdissement du gaz et de ses usages* conclut que le biométhane a un potentiel important en France, mais limité par son coût qui reste très élevé. **À l'horizon de la prochaine programmation énergétique, la CRE soutien fortement la poursuite du développement du biométhane** du fait de ses externalités positives, notamment pour l'environnement (diminution des émissions de GES, limitation de la pollution des eaux), les agriculteurs (diminution du recours aux engrais minéraux azotés) et les territoires (réduction des coûts de traitement des déchets), et parce qu'il serait dangereux de s'engager prématurément vers une électrification totale du système énergétique. En effet, à court terme, un basculement trop rapide de la consommation de gaz vers de l'électricité mettrait très fortement en tension le système électrique, et notamment les réseaux de distribution.

À plus long terme, la production de gaz vert a vocation à continuer à croître, à la fois pour le gaz issu de méthanisation agricole sous réserve d'un pilotage fin des usages de la biomasse, par exemple, à la faveur de l'essor des Cultures intermédiaires à vocation énergétique (CIVE) d'hiver en cohérence avec le système de culture utilisé,

notamment de la culture principale suivante, mais aussi issu de la méthanisation de déchets et de technologies nouvelles. Ainsi, la pyrogazéification, à partir de déchets de bois et combustibles solides de récupération, et la gazéification hydrothermale, à partir de matières liquides, sont des technologies aujourd'hui insuffisamment matures pour qu'un développement à grande échelle puisse être anticipé, mais leurs potentiels sont réels.

Le rapport du Comité de prospective sur *la biomasse et la neutralité carbone* propose **une grille d'analyse et des critères permettant aux décideurs politiques et économiques de traiter la question majeure des conflits d'usage de la biomasse**, dont les ressources sont limitées et cela d'autant plus qu'elles subissent les impacts du changement climatique. Les pouvoirs publics devront, par ailleurs, clarifier la question des impacts environnementaux de l'utilisation de la biomasse (effet sur la biodiversité, la ressource en eau), en plus de sa contribution à la neutralité carbone.

---

# Contribution de la CRE à la stratégie française énergie-climat

## Annexes

Depuis sa création en 2017, le Comité de prospective de la CRE a montré sa capacité à réunir tous les acteurs du secteur pour échanger sur les conséquences concrètes des transformations qu'implique la transition écologique. Il apporte une expertise au régulateur et aux acteurs de l'énergie pour les aider à anticiper les évolutions à venir, dans le but d'éclairer l'avenir en contribuant à la transition énergétique et en veillant à ce que la révolution numérique serve le système énergétique et les consommateurs.

Un espace de travail collaboratif s'est ainsi ouvert, rassemblant des acteurs industriels, académiques, économiques et associatifs dans une démarche prospective. Véritable lieu d'échanges pour anticiper, identifier et comprendre les tendances à moyen et à long terme à l'œuvre dans le secteur de l'énergie, le Comité de prospective est surtout un espace où la réflexion collective a permis de dépasser les postures pour formuler des recommandations concrètes destinées autant aux pouvoirs publics qu'aux acteurs privés.

Le Comité de prospective a abordé et rendu des rapports sur des sujets aussi divers que le rôle du vecteur hydrogène, la valorisation des données de consommation, l'électrification des usages, les énergies marines, le verdissement du gaz ou encore l'impact de la mobilité propre sur le mix électrique. La CRE a souhaité solliciter, de nouveau, les co-présidents des différents groupes de travail pour valoriser leurs travaux dans le cadre de la prochaine stratégie française énergie-climat. Une mise à jour des rapports du Comité de prospective a donc été effectuée et une synthèse de ces rapports, accompagnée des principales recommandations, est présentée en annexes.

La synthèse du rapport de la CRE sur le pilotage des bâtiments tertiaires, ainsi que celle sur les infrastructures gazières, sont également présentées en annexes.

La CRE s'est dotée d'un Conseil scientifique pour resserrer les liens avec le milieu académique et s'assurer une ouverture au-delà de la sphère des acteurs de la filière « énergie » en France et dans le monde. Cette contribution a donc fait l'objet d'une présentation lors d'une réunion du Conseil scientifique, le 6 septembre 2023, qui l'a approuvé.

## 1. Rapport du Comité de prospective de la CRE sur le vecteur hydrogène

Cette synthèse présente les conclusions et propositions du rapport sur « *Le vecteur hydrogène* », publié en juin 2021.

Les co-présidents de ce rapport sont :

- Monsieur Olivier APPERT – Membre de l'Académie des technologies
- Monsieur Patrice GEOFFRON – Professeur de sciences économiques à l'Université Paris Dauphine-PSL

Le rapport est publié dans son intégralité sur le site Internet dédié au Comité de prospective « *Éclairer l'avenir* »<sup>3</sup>.

### 1. Le vecteur hydrogène

L'hydrogène tient une place croissante dans les débats sur notre futur énergétique. On lui prête de nombreuses vertus : décarbonation de l'industrie et des transports, verdissement du gaz, stockage inter-saisonnier des excédents d'électricité renouvelable, etc. Le Comité de prospective de la CRE s'est emparé du sujet pour évaluer son potentiel de développement et son impact sur notre système énergétique.

Malgré la maturité des diverses technologies de production d'hydrogène bas-carbone, celui-ci devrait rester sensiblement plus onéreux que l'hydrogène actuellement issu des énergies fossiles à horizon 2030. Le groupe de travail recommande la neutralité entre les différentes technologies d'hydrogène bas-carbone : hydrogène produit par électrolyse d'une électricité bas-carbone, renouvelable ou nucléaire, ou encore hydrogène issu d'énergies fossiles associé à un processus de captage et de stockage du carbone (CSC).

L'industrie constitue le débouché le plus mûr pour l'hydrogène bas-carbone. L'hydrogène est aujourd'hui largement utilisé dans l'industrie, notamment pour la production d'ammoniac et le raffinage des produits pétroliers. La priorité est de remplacer cet hydrogène « *gris* » par de l'hydrogène bas-carbone. L'hydrogène pourrait par ailleurs servir de carburant pour répondre à des besoins spécifiques de transports lourds (bus, camions, trains), en complément d'alternatives bas-carbones comme le bio-GNV ou les véhicules à batterie électrique.

Dans ce contexte, les soutiens publics devraient se concentrer sur les usages les plus mûrs, et les zones où ils se concentrent. Cela favorisera l'émergence de *hubs* territoriaux à proximité des zones industrielles et des grands axes européens de transport lourd. La question de l'interconnexion de ces *hubs* par des infrastructures de transport d'hydrogène se posera seulement dans un second temps, en fonction du développement des usages, encore incertain à ce jour. De la même manière, une régulation des infrastructures de stockage et de transport d'hydrogène, au bon moment et en lien avec le système électrique, est à préparer afin d'accompagner le développement de ces nouvelles infrastructures énergétiques<sup>4</sup>.

Ce soutien public à l'hydrogène doit s'effectuer dans une logique d'affirmation d'une filière industrielle française qui génère des opportunités d'emplois et d'exportations, avec des critères élevés en matière de sécurité pour atténuer les risques liés à l'hydrogène qui peut s'enflammer facilement au contact d'une source d'ignition, telle qu'une flamme nue ou une étincelle ou former des mélanges explosifs lorsqu'il est combiné avec l'air dans de larges proportions. Pour ce faire, la France peut dès à présent s'appuyer sur un écosystème dynamique dans le secteur de l'hydrogène.

### 2. Les principales recommandations du rapport

- ✓ Adopter une approche de neutralité technologique quant aux différentes formes d'hydrogène décarboné (« *vert* », « *jaune* » en France, voire « *bleu* ») pour atteindre rapidement les coûts de production les plus bas et minimiser le coût du soutien public.
- ✓ Dans le cas d'une production de l'hydrogène à partir d'électricité, favoriser la configuration d'électrolyse la plus économique, compte tenu du mix-électrique français :

<sup>3</sup> <https://www.eclairerlavenir.fr/rapport-2021-du-groupe-de-travail-n4/>

<sup>4</sup> Voir à ce sujet le rapport de GRTgaz et de RTE, publié en juillet 2023, sur les besoins d'infrastructures de stockage et de transport d'hydrogène associés au développement de l'électrolyse et leviers d'optimisation avec le système électrique.

- en connectant en priorité les électrolyseurs au réseau d'électricité compte tenu de la variabilité des énergies renouvelables qui diminue leur taux de charge. En cas de baisse plus forte qu'anticipée des coûts du photovoltaïque et de l'éolien, en favorisant le raccordement à un site d'énergie renouvelable dédié ;
  - en favorisant le raccordement indirect au réseau public de transport ou la mise en place d'électrolyseurs de plus de 40 MW dans une logique de *hubs* pour bénéficier de moindres coûts d'accès au réseau ou de synergies dans l'emploi et la logistique de l'hydrogène ;
  - en recourant à des contrats de long terme entre les producteurs d'électrolyse et les producteurs d'électricité décarbonée pour éviter l'impact de la hausse du prix du CO<sub>2</sub> sur le système d'échange de quotas d'émission de l'Union européenne (EU ETS) sur le prix de l'électricité, et maîtriser le risque-marché.
- ✓ Poursuivre les soutiens à la recherche et au développement sur les technologies de production de rupture (électrolyse à haute température, torche à plasma).
- ✓ Concentrer les aides publiques sur les usages les plus mûrs : la substitution à l'hydrogène « gris » actuellement consommé dans l'industrie, puis les transports lourds, dans une perspective de création d'une filière industrielle.
- ✓ Favoriser la création de *hubs* territoriaux multi-usages à proximité des zones industrialo-portuaires et des grands axes européens de transport lourd, et coordonner les différentes initiatives locales pour éviter un gaspillage des aides publiques.
- ✓ Suivre le développement des usages de l'hydrogène et identifier l'évolution des besoins de construction d'infrastructures de transport d'hydrogène en lien avec le développement du réseau de transport d'électricité.
- ✓ Adapter le cadre réglementaire et de soutien en fonction du développement du marché, notamment afin d'éviter les coûts échoués dans des infrastructures de transport d'hydrogène surdimensionnées, sans préjudice de la poursuite des études sur la faisabilité technique de la conversion des réseaux de gaz naturel.
- ✓ Soutenir les fabricants français et européens de composants essentiels (électrolyseurs, piles à combustible, réservoirs) et élémentaires (plaques bipolaires, assemblage d'électrode à membrane) en favorisant leur collaboration avec les grands groupes et *via* les appels à projets et les marchés publics.
- ✓ Accentuer les efforts en recherche et développement sur les matériaux critiques (nickel des électrolyseurs alcalins, iridium des électrolyseurs à membrane polymère échangeuse de protons, platine des piles à combustible) pour optimiser leur usage et favoriser leur substituabilité et les possibilités de recyclage.
- ✓ Systématiser dans les conditions d'éligibilité aux appels d'offres, notamment territoriaux, des critères relatifs à la sécurité des biens et des personnes.
- ✓ Conduire un travail de fond sur la réglementation et l'usage de l'hydrogène, aussi bien dans le domaine du transport que dans celui de l'habitat.
- ✓ Intensifier la participation française dans les activités de normalisation et de coopération internationale sur les enjeux de sécurité pour atténuer les risques liés à l'hydrogène et garantir la sûreté de son utilisation dans les diverses applications industrielles et de transport.
- ✓ Préparer la future régulation des actifs de transport et de stockage d'hydrogène.
- ✓ Interdire l'injection d'hydrogène dans les réseaux de gaz naturel et dans tous les cas ne pas aller au-delà du taux limite de 6 % en volume.

---

## 2. Rapports du Comité de prospective de la CRE sur le verdissement du gaz et de ses usages

Cette synthèse regroupe les conclusions et propositions du rapport sur « *Le verdissement du gaz* », publié en juillet 2019, et celles du rapport sur « *La biomasse et la neutralité carbone* », publié en mars 2023.

Les co-présidents du premier rapport sont :

- Monsieur Olivier APPERT – Membre de l'Académie des technologies
- Monsieur Philippe MAUGUIN – Président Directeur Général de l'Institut national de la recherche agronomique

Les co-présidents du second rapport sont :

- Madame Monique AXELOS – Directrice scientifique Alimentation et Bioéconomie à l'Institut national de recherche pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement
- Monsieur Patrice GEOFFRON – Professeur de sciences économiques à l'Université Paris Dauphine-PSL

Les deux rapports sont publiés dans leur intégralité sur le site Internet dédié au Comité de prospective « *Éclairer l'avenir* »<sup>5</sup>.

### 1. Le verdissement du gaz et de ses usages

Le verdissement est essentiel pour l'avenir du gaz en France. En effet, le mix électrique français étant très faiblement carboné, la baisse des émissions de CO<sub>2</sub> viendra essentiellement des secteurs du transport et du résidentiel et tertiaire. Or, dans ce dernier secteur, une grande partie des émissions de CO<sub>2</sub> provient du gaz. Par ailleurs, le gaz pourrait jouer un rôle grandissant dans les transports, notamment de marchandises et maritimes. Il existe, donc, un consensus sur la nécessité de verdir le gaz.

Un scénario de développement de l'injection de biométhane à hauteur de 10 % de la consommation de gaz en 2030, ce qui pourrait représenter 39 à 42 TWh, semble tout à fait réaliste. À plus long terme, la production de gaz vert pourrait continuer à croître à la faveur de l'essor des Cultures intermédiaires à vocation énergétique (CIVE) d'hiver et de technologies nouvelles.

Le développement du gaz vert pourra trouver des relais de croissance au-delà de la seule méthanisation. La pyrogazéification est une technologie aujourd'hui insuffisamment mature pour qu'un développement à grande échelle puisse être anticipé, mais son potentiel est réel.

Enfin, la production de gaz vert par électrolyse de l'eau via l'électricité renouvelable et méthanation (*power-to-gas*) est une voie complémentaire, qui relève d'une toute autre logique économique. La maturité encore insuffisante de cette technologie ne permet pas aujourd'hui, d'envisager un potentiel de production compétitive de gaz vert par ce biais à l'horizon 2035.

### 2. La biomasse et la neutralité carbone

Un des enjeux est de clarifier les questions récurrentes autour des usages des biomasses et des cycles du carbone qui en découlent, en tenant compte de la nature de la biomasse, du type de sa valorisation, de l'éventuel changement d'affectation des sols, du contexte territorial et de la capacité du territoire à séquestrer du carbone sur le temps court et le temps long.

Dès lors, une vision prospective de la contribution de la biomasse à la neutralité carbone requiert nécessairement une approche multicritère selon : la disponibilité des différents types de biomasses valorisables en tenant compte de l'adaptation au changement climatique, les gisements potentiels et le bilan carbone des différents usages, les critères environnementaux, ainsi que la compétition des usages.

<sup>5</sup> <https://www.eclairerlavenir.fr/rapports/rapport-2019-gt1/>  
<https://www.eclairerlavenir.fr/rapport-2023-du-groupe-de-travail-n1/>

Eu égard à cette complexité, l'ambition première du rapport est de faire œuvre de pédagogie sur la contribution de la biomasse à la neutralité carbone. Il a vocation à « éclairer » le débat public sur les grands enjeux énergétiques, à destination des décideurs politiques et économiques, des acteurs du monde académique et de la recherche, ainsi que des citoyens.

La première partie est destinée à expliciter ce que recouvre le terme « *neutralité* » au travers du cycle du carbone (absorption, émission, stockage du CO<sub>2</sub>) et le rôle de la biomasse dans ce cycle. La deuxième détaille les différents types de biomasse, leurs caractéristiques, leurs usages et les enjeux autour de leur mobilisation. La troisième partie a pour objet de distinguer des critères de hiérarchisation des activités relatives aux biomasses en fonction de leur contribution à la neutralité carbone.

Le rapport débouche ainsi, au travers d'une telle méthodologie de hiérarchisation, sur un outil d'aide à la décision et à la programmation qui soit le plus opérationnel possible, que chaque décideur peut s'approprier et adapter à son domaine d'activités.

### 3. Les principales recommandations des rapports

- ✔ Définir une trajectoire cohérente et soutenable de développement des volumes, qui inclut en particulier une action sur l'industrialisation et la baisse des coûts de production.
- ✔ Décliner au niveau régional les objectifs nationaux de production de biogaz, y compris par l'intermédiaire des Schémas régionaux d'aménagement, de développement durable et d'égalité des territoires (SRADDET).
- ✔ Mettre en œuvre un programme national de recherche interdisciplinaire, associant les organismes de recherche, les opérateurs et les parties prenantes.
- ✔ Permettre le développement d'unités de démonstration, afin de baisser les coûts des technologies nouvelles, à travers un mécanisme de soutien par appels d'offres avec complément de rémunération.
- ✔ Analyser le coût à la tonne de CO<sub>2</sub> évitée et le seuil de la valeur du carbone à partir duquel les différentes technologies de gaz renouvelable seront rentables.
- ✔ Réaliser de nouvelles Analyses du cycle de vie (ACV) de la méthanisation, enrichissant les données existantes sur la prise en compte des fuites et le devenir des digestats. Prendre aussi en compte au travers d'ACV conséquente les changements des pratiques agricoles que cela induit et leur adoption par les agriculteurs.
- ✔ Évaluer le potentiel de réduction des coûts de production pour chaque technologie (méthanisation, pyrogazéification, gazéification hydrothermale, *power-to-gas* et méthanation).
- ✔ Évaluer le potentiel de ressources sur le territoire pour produire du biogaz dans des conditions respectueuses de l'environnement (Cultures intermédiaires à vocation énergétique (CIVE), Combustibles solides de récupération (CSR), bois de récupération, etc.), en comparaison des valorisations alternatives.
- ✔ Évaluer les externalités du gaz vert et leur prise en compte par les politiques publiques (obligations d'achat, taxe carbone, subventions, etc.).
- ✔ Analyser la flexibilité et la polyvalence qu'offrent la méthanisation et le potentiel d'accroissement en utilisant les CIVE d'hiver en remplacement progressif des effluents d'élevage qui risquent d'être amenés à décroître sur le long terme.
- ✔ Trouver des équilibres locaux, nationaux et globaux, en lien notamment avec les ressources de biomasse mobilisables et les autres objectifs poursuivis (alimentaires, construction, ameublement, sécurité d'approvisionnement énergétique, etc.).

---

### 3. Rapport du Comité de prospective de la CRE sur les énergies marines

Cette synthèse présente les conclusions et propositions du rapport sur « *Les énergies marines* », publié en juin 2021.

Les co-présidents de ce rapport sont :

- Monsieur Hugh BAILEY – Directeur Général de General Electric France
- Monsieur Marc LAFOSSE – Président d'Énergie de la Lune et Président de la Commission Énergies marines du Syndicat des énergies renouvelables

Le rapport est publié dans son intégralité sur le site Internet dédié au Comité de prospective « *Éclairer l'avenir* »<sup>6</sup>.

#### 1. Les énergies marines

La France a une opportunité unique de devenir un champion mondial des énergies marines renouvelables (EMR) grâce à l'étendue de son domaine maritime et au dynamisme de son écosystème industriel maritime. Malgré ses atouts et la présence d'un tiers des industriels européens opérant dans le secteur des énergies marines sur son territoire, elle accuse un retard important dans son calendrier pour le déploiement d'ouvrages de production d'énergie en mer, notamment l'éolien *off-shore*.

Le développement des énergies marines en France nécessite de définir une stratégie globale associant l'ensemble des parties prenantes. Pour expliquer le retard français sur l'éolien en mer, le groupe de travail pointe trois défauts majeurs : le manque de simplification, de planification et d'acceptabilité. Trois idées directrices qui donnent lieu à 11 propositions.

Le cadre réglementaire français est caractérisé par des procédures lourdes qui accentuent les délais de déploiement. Les nombreux recours en justice, qui sont systématiques pour ces projets à chaque étape, participent à la lenteur de la mise en service de ces parcs. Le manque de planification de long terme empêche les industriels, les pouvoirs publics locaux, tels que les autorités portuaires, et les gestionnaires de réseaux d'anticiper suffisamment, ce qui a des répercussions à la hausse sur le prix de l'électricité en sortie de parc. Ce manque de planification pèse aussi sur l'acceptabilité de ces parcs par les riverains et sur le développement des co-usages de la mer, avec les marins pêcheurs par exemple.

La conjonction de tous ces facteurs laisse craindre un manque de vision de long terme et crée une incertitude quant à la maîtrise de la trajectoire fixée par les pouvoirs publics. Cette situation ne fait que renforcer la défiance locale.

#### 2. Les principales recommandations du rapport

- ✓ Afficher des objectifs plus ambitieux pour la filière des Énergies marines renouvelables (EMR), notamment pour les filières : éolien en mer, hydrolien, houlomoteur et SWAC/ETM.
- ✓ Dupliquer les efforts de recherche dans le domaine de l'Énergie thermique des mers (ETM) en s'appuyant sur l'expérience acquise des *Sea water air conditioning* (SWAC) Polynésiens.
- ✓ Organiser, d'ici fin 2024 comme prévu par la loi APER du 10 mars 2023, et après un débat public national associant l'ensemble des parties prenantes, la planification maritime intégrée identifiant les zones EMR de manière engageante, à horizon 2033 et 2050.
- ✓ S'assurer, en lien avec la planification établie au niveau national des EMR, du dimensionnement des parcs en fonction de ce qui est techniquement accessible en termes de raccordement, afin d'éviter les surcoûts et les installations sous-optimales. Permettre à RTE, sur la base de la planification du réseau de transport d'électricité établie au niveau national, d'anticiper les investissements dans les infrastructures de raccordement des parcs éoliens en mer, afin de sortir celles-ci du chemin critique de mise en service des projets.

<sup>6</sup> <https://www.eclairerlavenir.fr/rapport-2021-du-groupe-de-travail-n1/>

- ✔ Identifier les projets hybrides (production *off-shore*/interconnexion) auxquels la France pourrait participer au niveau européen, ainsi que le couplage du développement des EMR avec celle de l'hydrogène (enjeu du stockage de la surproduction d'électricité des EMR).
- ✔ Introduire dans les appels d'offres un critère relatif à la création d'emplois locaux induite par le projet et à la mobilisation de la chaîne de valeur européenne. L'enjeu de souveraineté européenne sur la chaîne de valeur de l'éolien en mer est plus que jamais d'actualité.
- ✔ Capitaliser sur le retour d'expérience des travaux des parcs déployés ou en cours de déploiement au niveau français, mais aussi européen pour développer de bonnes pratiques visant, lors de la mise en place des projets d'EMR, à améliorer le cadre de vie des riverains.
- ✔ Définir un accord global de coexistence avec les représentants des pêcheurs, dont les règles s'appliqueraient à l'ensemble des projets à venir.
- ✔ Généraliser le modèle de l'autorisation unique mis en place pour les projets d'EMR en Zone économique exclusive (ZEE) à l'ensemble des projets, y compris ceux dans le domaine public maritime. Des évolutions ont eu lieu en ce sens par la loi APER du 10 mars 2023. Le sujet est surtout d'organiser et donner une visibilité sur les délais d'instruction.
- ✔ Mettre en place, en Méditerranée, un deuxième site d'essai raccordé au réseau sur le modèle du SEM-REV tout en unifiant l'ensemble des sites d'essais français *via* une Fondation de coopération scientifique (FCS) pour structurer et financer les essais en mer.

---

## 4. Rapport du Comité de prospective de la CRE sur la flexibilité et le stockage d'énergie

Cette synthèse présente les conclusions et propositions du rapport sur « *La flexibilité et le stockage sur les réseaux d'énergie d'ici les années 2030* », publié en juillet 2018.

Les co-présidents de ce rapport sont :

- Monsieur Frédéric GONAND – Professeur d'économie à l'Université Paris Dauphine-PSL
- Monsieur Ghislain LESCUYER – Président du Gimélec

Le rapport est publié dans son intégralité sur le site Internet dédié au Comité de prospective « *Éclairer l'avenir* »<sup>7</sup>.

### 1. La flexibilité et le stockage d'Énergie

Les moyens qui permettent de faire face aux besoins en flexibilité sont aujourd'hui limités : à horizon 2030, s'ils seront toujours suffisants pour le système gazier, ils ne permettront pas de répondre aux besoins accrus du système électrique lié au développement massif des énergies renouvelables intermittentes, qui ne produisent pas de manière coordonnée avec la consommation.

En effet, les moyens de production flexibles reposant sur des énergies fossiles ont vocation à se réduire, alors que le potentiel de développement des effacements de consommation est important, mais insuffisant, et que beaucoup de sites propices à l'installation de STEP hydraulique sont déjà exploités en France.

Cependant, le stockage d'électricité par batterie répondra aux besoins de flexibilité à horizon journalier et infra-journalier, et deviendra rapidement rentable, porté par la baisse des coûts de ces technologies, la valorisation de la production intermittente, la fourniture de services au réseau et au consommateur. Les flottes de véhicule électriques pourraient même apporter un service de flexibilité au système, bien que la rentabilité de ce modèle dit *vehicle-to-grid* ne soit pas encore assurée.

Il existe, également, un fort besoin de flexibilité saisonnière, dû aux besoins de chauffage et d'éclairage en hiver. Y répondre est indispensable à la décarbonation complète du système énergétique, et rendu techniquement possible par le power-to-gaz, qui permet de produire, à partir d'électricité, de l'hydrogène, voire du méthane de synthèse, qui sont stockables. Ces technologies sont cependant peu rentables à horizon 2035 voire 2050, et ne pourront donc véritablement se développer que via un soutien financier public fort, assorti d'une hausse vigoureuse du prix du carbone.

Un message rassurant émanant du groupe de travail est par ailleurs que le développement à grande échelle des véhicules électriques et hybrides rechargeables pourra se faire sans nécessiter de flexibilité supplémentaire, à la condition que le pilotage de la charge soit généralisé. Les flottes de véhicules électriques pourraient même apporter un service de flexibilité au système électrique, bien que la rentabilité de ce modèle dit *vehicle-to-grid* ne soit pas encore assurée.

### 2. Les principales recommandations du rapport

- ✓ Suivre l'évolution, dans les deux prochaines décennies, du développement massif des énergies renouvelables dites intermittentes (ou « *variables* ») dans le système électrique européen, principalement l'éolien et le solaire, dont la production n'est pas nécessairement corrélée à la demande.
- ✓ Analyser les besoins de flexibilité des systèmes d'énergie électriques qui devraient augmenter significativement à l'avenir.
- ✓ S'assurer que l'essor de la production de biométhane ne modifiera pas les besoins de stockage : les systèmes gaziers resteront adaptés aux besoins de flexibilité existants.

<sup>7</sup> <https://www.eclairerlavenir.fr/rapports/rapport-2018-gt2/>

✓ Évaluer la capacité à stocker l'énergie électrique à grande échelle, à différents horizons temporels, de façon économiquement efficace, pour accompagner le fonctionnement futur des systèmes d'énergie avec une forte proportion de production intermittente d'électricité.

✓ Accompagner les 3 technologies émergentes de stockage d'électricité, qui pourraient contribuer à répondre aux besoins de flexibilité en complément des solutions plus traditionnelles (à l'amont dans la réserve des barrages, du combustible thermique ou nucléaire ou à l'aval dans les usages chaleur et froid) :

- le stockage par batteries sur les réseaux d'électricité qui bénéficie d'un modèle d'affaires rentable, notamment autour des services système de réglage de la fréquence. Il pourrait également constituer un élément de réponse aux futurs besoins de flexibilité des systèmes d'énergie, en particulier sur un horizon de court terme (i.e., jusqu'à quelques heures) ;
- les technologies de type *power-to-gas* présentent un intérêt économique et environnemental pour la production d'hydrogène décarboné nécessaire à certains processus industriels difficilement décarbonables. Elles semblent nécessaires à long terme (i.e., à l'horizon 2050) dans l'hypothèse de bouquets énergétiques intégralement renouvelables avec une forte proportion d'énergie intermittente. Toutefois elles ne pourront se développer sans des investissements massifs des acteurs et un soutien important des pouvoirs publics ;
- le développement à grande échelle des véhicules électriques (ou hybrides rechargeables) ne devrait pas accroître les besoins de flexibilité des réseaux d'énergie si cette demande est convenablement pilotée, voire pourrait fournir des leviers additionnels, de flexibilité, notamment avec un pilotage dynamique rendu possible par le déploiement des compteurs évolués. Toutefois, la rentabilité d'un modèle d'affaires reposant sur l'utilisation de leurs batteries comme outil de stockage d'électricité (*vehicle-to-grid* – V2G) ne semble pas encore établie à ce jour. Leur éventuelle participation au réglage de fréquence peut constituer un premier test. Le développement à grande échelle des véhicules au gaz (véhicules lourds, transport de passagers et de marchandises) n'aura pas d'impact sur les besoins de flexibilité dans la mesure où le système gazier est aujourd'hui disponible et dispose de la capacité à gérer ces besoins.

---

## 5. Rapport du Comité de prospective de la CRE sur l'impact du développement des mobilités propres

Cette synthèse présente les conclusions et propositions du rapport sur « *L'impact du développement des mobilités propres sur le mix énergétique* », publié en juillet 2018.

Les co-présidents de ce rapport sont :

- Monsieur Olivier APPERT – Délégué Général de l'Académie des technologies
- Monsieur Olivier PÉROT – Président de France Énergie Éolienne

Le rapport est publié dans son intégralité sur le site Internet dédié au Comité de prospective « *Éclairer l'avenir* »<sup>8</sup>.

### 1. L'impact du développement des mobilités propres

La décarbonation et la dépollution du secteur des transports s'enclenchent aujourd'hui, sous l'effet conjugué des progrès technologiques et de la montée en puissance des préoccupations environnementales liées au réchauffement climatique et à la pollution locale, qui pousse les pouvoirs publics de tous niveaux à prendre des mesures ambitieuses et contraignantes. Les réponses à ces défis seront néanmoins diverses selon les types de transports et les usages associés.

L'électromobilité prendra ainsi une place prédominante dans le transport terrestre de personnes, poussée par la baisse des coûts des batteries, l'amélioration de l'autonomie et la réduction des temps de charge. Tous les scénarios convergent ainsi vers un développement rapide du véhicule électrique et hybride rechargeable dans une fourchette qui reste toutefois particulièrement large, entre 3 et 15 millions de véhicules à l'horizon 2035 en France. La décision européenne d'interdiction de la commercialisation des moteurs thermique à partir de 2035, qui est intervenue après la publication du rapport, conduit inévitablement à revoir ces scénarios.

Le développement du véhicule électrique ne se traduira pas par une augmentation majeure de la consommation d'électricité, mais il pourra avoir un impact significatif sur l'appel de puissance, rendant le pilotage de la charge nécessaire et impliquant un renforcement des réseaux de distribution d'électricité. Les perspectives de développement du véhicule autonome sont porteuses de synergies positives avec le véhicule électrique.

Poussés par l'optimisation de la consommation énergétique des véhicules et le développement des biocarburants de deuxième génération, gaz (GNV) et biocarburants (bio-GNV), et l'utilisation de l'hydrogène seront toutefois des alternatives crédibles pour le transport de marchandises, notamment routier. Cela sera également vrai pour les secteurs maritime (GNL) et aérien (biocarburants de 2<sup>ème</sup> génération, issus de la biomasse, et carburants de synthèse, élaborés à partir de CO<sub>2</sub> et d'hydrogène bas-carbone).

### 2. Les principales recommandations du rapport

- ✓ Prendre en compte prioritairement dans l'ensemble des décisions une amélioration de l'efficacité énergétique dans le secteur de la mobilité.
- ✓ S'appuyer sur des études d'impact économique permettant d'évaluer le coût complet des différents projets et leur rentabilité pour la collectivité, en termes notamment de coût à la tonne de CO<sub>2</sub>, pour les choix publics d'investissements dans les mobilités propres et les aides à l'acquisition de véhicules.
- ✓ S'interroger, à moyen terme, sur l'évolution des recettes fiscales sur les carburants qui seront impactées par les évolutions annoncées et élargir la réflexion sur les sources de financement mobilisables pour accompagner la transition.
- ✓ Intégrer davantage la question du cycle de vie complet, notamment des batteries, dans les décisions liées au développement du véhicule électrique. La capacité de la filière à intégrer cette perspective dans une optique la plus large possible pourrait conditionner une part non négligeable de sa réussite.

<sup>8</sup> <https://www.eclairerlavenir.fr/rapports/rapport-2018-gt1/>

- ✔ Évaluer l'impact environnemental dans une approche dite *well-to-wheel* (du puits à la roue), qui prend davantage en considération l'ensemble des émissions de polluants engendrés sur l'ensemble du cycle production/consommation. Cette approche, non retenue par la réglementation européenne, apparaît indispensable pour attester, à terme, de la performance environnementale des nouvelles mobilités.
  
- ✔ Améliorer la sécurité des batteries pour atténuer les risques d'incendie en travaillant sur le développement de nouvelles technologies et de matériaux plus sûrs, et des réglementations strictes pour garantir la conformité et la sécurité des batteries sur le marché.
  
- ✔ Rappeler l'enjeu majeur de politique industrielle pour la France et l'Europe qui se pose dans le développement de nouveaux types de véhicules (électriques, biogaz et hydrogène). La fin de la commercialisation des moteurs thermiques en 2035 rend d'autant plus urgente cette politique qui doit intégrer notamment une dimension formation. Le cas du *fiasco* de la « *filière photovoltaïque* » devrait conduire à un travail ambitieux de structuration de la filière de production de batteries et de véhicules, pour éviter un risque réel, à horizon relativement rapproché, de perte de souveraineté économique et d'emplois pour l'Europe.

---

## 6. Rapport du Comité de prospective de la CRE sur l'électrification des usages

Cette synthèse présente les conclusions et propositions du rapport sur « *L'électrification des usages* », publié en mars 2023.

Les co-présidents de ce rapport sont :

- Monsieur Jean-Michel GLACHANT – Directeur de la *Florence School of Regulation*
- Madame Hélène MACELA-GOUIN – Vice-Présidente *Secure Power* de Schneider Electric France

Le rapport est publié dans son intégralité sur le site Internet dédié au Comité de prospective « *Éclairer l'avenir* »<sup>9</sup>.

### 1. L'électrification des usages

L'électrification des usages en énergie fossile doit relever différents défis dont le premier est de constituer un instrument crédible et efficace de décarbonation de l'économie française. L'électrification est parfois soumise à des contraintes techniques ou économiques trop fortes ou peut déboucher sur des gains trop faibles en termes de bilan carbone pour constituer la solution de décarbonation la plus pertinente. Elle peut entrer en concurrence avec d'autres vecteurs de décarbonation, tels que la biomasse, qui, tout en lui étant complémentaires, peuvent alors offrir une alternative plus efficace ou moins coûteuse. L'électrification est encore tributaire de la maturité des technologies qui la réalisent, de manière directe ou indirecte, comme de la disponibilité des équipements, matériaux et ressources qui lui sont nécessaires.

L'électrification des usages soulève également des enjeux de souveraineté industrielle et énergétique. Dans un contexte international de fortes tensions traversant les marchés énergétiques et pesant sur l'accès aux ressources primaires, la compétitivité de la France dépend d'une limitation de ses importations, en particulier d'énergies fossiles, et de l'accès à une électricité fiable, bon marché et produite localement. La sécurité d'approvisionnement, qui implique la pleine disponibilité de la ressource électrique, devient une condition nécessaire à la fois à l'augmentation suffisante de la part de l'électricité dans le mix énergétique et à la réduction corrélative des émissions de Gaz à effet de serre (GES) pour atteindre l'objectif de neutralité carbone à l'horizon 2050. Il s'agit tout autant pour la France, afin de réaliser cette transition et de répondre aux nouveaux besoins énergétiques, de développer une filière industrielle dédiée à l'électrification des usages qu'il s'agisse de relocaliser en Europe et en France les moyens de production des équipements nécessaires ou d'en créer de nouveaux mais aussi d'assurer la formation d'une main d'œuvre qualifiée.

Enfin, l'électrification des usages présente un enjeu majeur pour le système électrique lui-même. La hausse de la demande d'électricité, qu'induit notamment l'électrification des usages, nécessite à la fois d'augmenter les capacités des réseaux de transport et de distribution, de renforcer les mécanismes de régulation du système et d'inciter plus fortement au développement de sa flexibilité. Pour cette flexibilité, l'effort à fournir, afin d'atteindre l'objectif de transition énergétique, représente au moins 1 GW supplémentaire par an. Ces nouvelles ressources en flexibilité contribueront à limiter les risques des pointes et les variations de tension sur les réseaux, ainsi qu'à répondre aux nouveaux types de besoins énergétiques. Plus largement, elles contribueront à la réduction des prix totaux de l'électricité pour le consommateur. Or, les gisements de flexibilité qui doivent être mobilisés, ou plus fortement exploités, se développent encore mal en France ; en particulier en ce qui concerne la demande, en raison d'un certain nombre de freins réglementaires, administratifs, économiques et techniques.

Il ressort des travaux du groupe de travail que, compte tenu des mouvements déjà engagés et des nombreuses études déjà menées, trois leviers méritent d'être plus particulièrement étudiés ici.

En premier lieu, l'industrie présente les capacités et les potentiels d'électrification les plus importants, mais aussi les plus incertains. Un constat différent peut être dressé pour les secteurs de la mobilité et du bâtiment, où l'électrification des usages est déjà engagée et a déjà fait l'objet d'études de référence.

En deuxième lieu, le développement de la flexibilité du système électrique constitue un autre levier permettant de parvenir à l'objectif ; dans la mesure où il permet à la fois d'aménager les contraintes pesant sur ce système, et de mieux absorber l'accroissement des besoins énergétiques à venir. Le groupe de travail considère que ces deux aspects jumeaux de l'électrification constituent des conditions nécessaires et indispensables à la réussite de la transition énergétique de notre pays à l'horizon 2050.

<sup>9</sup> <https://www.eclairerlavenir.fr/rapport-2023-du-groupe-de-travail-n2/>

En dernier lieu, et dans cette perspective, le groupe de travail estime que, de manière bien plus transversale, les moyens mis en œuvre pour électrifier les usages doivent être sérieusement renforcés en vue de garantir le rythme de progression nécessaire à la réalisation de cette transition d'ici à 2050.

## **2. Les principales recommandations du rapport**

- ✔ Accélérer le développement d'une filière dédiée à l'électrification des usages pour garantir son rythme de développement et assurer la compétitivité de la France.
- ✔ Sécuriser la chaîne d'approvisionnement de la filière en matières premières pour renforcer la souveraineté industrielle et énergétique de la France.
- ✔ Instaurer des dispositifs d'aide publique à l'investissement dans les équipements de pilotage de la demande, pour accompagner le développement de la flexibilité dans le secteur diffus.
- ✔ Développer des contrats d'achat d'électricité de long terme pour les entreprises, afin de garantir l'électrification des usages.
- ✔ Introduire dans le marché intérieur de l'électricité des composantes de prix long terme (5 ans et plus), pour répondre aux enjeux d'investissement dans l'électrification des procédés.
- ✔ Planifier les investissements dans les réseaux et coordonner les actions d'électrification des usages.
- ✔ Développer des plateformes d'intermédiation pour accélérer l'ouverture du marché des flexibilités.
- ✔ Promouvoir l'interopérabilité des équipements et standardiser les procédures, pour faciliter l'accès au marché des flexibilités.

---

## 7. Rapports du Comité de prospective de la CRE sur les nouvelles dynamiques locales du système énergétique

Cette synthèse regroupe les conclusions et propositions du rapport sur « *La transition énergétique dans les territoires : nouveaux rôles, nouveaux modèles* », publié en octobre 2019, et celles du rapport sur « *La transition énergétique dans les territoires : nouvelles villes, nouveaux réseaux* », publié en juin 2021.

Les co-présidents du premier rapport sont :

- Monsieur Frédéric GONAND – Professeur d'économie à l'Université Paris Dauphine-PSL
- Monsieur Bernard BOUCAULT – Préfet de région honoraire

Les co-présidents du second rapport sont :

- Monsieur Claude ARNAUD – Président de l'institut de Recherche & Développement Efficacity
- Monsieur Bernard BOUCAULT – Préfet de région honoraire

Les deux rapports sont publiés dans leur intégralité sur le site Internet dédié au Comité de prospective « *Éclairer l'avenir* »<sup>10</sup>.

### 1. Les nouveaux rôles, nouveaux modèles

Partout dans le monde, le secteur de l'énergie connaît une tendance à la décentralisation. Au-delà du développement de la production d'origine renouvelable décentralisée, elle se traduit par la constitution de réseaux à petite échelle regroupant des producteurs et des consommateurs, à l'instar des opérations d'autoconsommation collectives françaises, ainsi que par l'implication grandissante des initiatives citoyennes et des collectivités locales dans les écosystèmes énergétiques locaux. De nouveaux acteurs prennent, donc, part à cet écosystème, aux côtés des acteurs historiques, sans que les rôles des uns et des autres n'apparaissent encore comme très clairement définis à l'heure actuelle.

Le développement des énergies renouvelables (EnR) intermittentes (éolien terrestre et maritime, photovoltaïque, gaz renouvelable) modifient les conditions d'exploitation et les équilibres financiers des réseaux d'énergie. Les réseaux de distribution sont notamment appelés à devenir en partie des réseaux de collecte et d'acheminement des excédents de production non soutirés localement vers d'autres pôles de consommation.

Le développement des EnR entraîne une nouvelle répartition géographique de la production d'énergie. Elle implique d'arbitrer entre produire là où les conditions sont les plus favorables, et privilégier des sites proches des centres de consommation pour minimiser les coûts de réseau.

Dans ce contexte, des choix structurants vont devenir incontournables dans la prochaine décennie pour rendre pleinement efficace la transition énergétique et sa déclinaison territoriale. Cette transition énergétique locale soulève aussi des questions de péréquation tarifaire. Le modèle historique français est relativement plastique et pourra s'adapter sans avoir à être radicalement remis en cause.

### 2. Les nouvelles villes, nouveaux réseaux

Par son profil énergétique, la ville est au cœur des enjeux de transition énergétique. Elle est aussi devenue un lieu représentatif de la nécessaire montée en compétence des acteurs locaux en matière de planification énergétique, et plus globalement de l'intérêt récent de la société civile pour les questions liées à l'énergie.

La question du couplage des réseaux en milieu urbain fait référence à la coordination de la planification des investissements sur les différents réseaux régulés et non régulés, et à l'identification de solutions techniques favorables à la recherche de flexibilité. Dans ce cadre, le groupe de travail s'est plus particulièrement intéressé aux synergies possibles au niveau des différents réseaux urbains.

<sup>10</sup> <https://www.eclairerlavenir.fr/rapports/rapport-2019-du-groupe-de-travail-n2/>  
<https://www.eclairerlavenir.fr/rapport-2021-du-groupe-de-travail-n2/>

La substitution massive d'énergies renouvelables et bas-carbone aux énergies fossiles, et la recherche d'économie d'énergie, nécessitent d'adopter une vision stratégique à 360 degrés, qui intègre tous les acteurs, pour planifier et arbitrer entre les investissements à faire sur les différents réseaux. Il s'agit *in fine* d'avoir à l'échelle urbaine une planification multi-énergie qui favorise la flexibilité, les économies d'énergie, la résilience du système et qui anticipe l'avenir des infrastructures dont l'usage est décroissant.

Plusieurs consensus apparaissent dans ce groupe de travail. Premièrement, le besoin de simplifier et de mettre en conformité les documents de planification énergétiques nationaux et locaux. Deuxièmement, la nécessité d'associer à l'exercice de planification nationale les territoires, pour que les trajectoires énergétiques locales soient cohérentes avec les objectifs nationaux de transition énergétique. De sorte à trouver une troisième voie, entre des objectifs nationaux déconnectés de la réalité locale et des objectifs territoriaux qui ne répondent pas à la trajectoire nationale de transition énergétique et de lutte contre le dérèglement climatique.

Un besoin de mettre en place une mission d'ingénierie nationale pour accompagner les collectivités territoriales. Cette mission pourrait être confiée aux opérateurs de réseaux, dans le cadre concurrentiel, ou être organisée en mission spécifique de conseil indépendant ou être prise en charge par des organismes spécialisés dépendants de l'État ou des grandes collectivités.

À l'avenir, il faudra non pas raisonner en silo et par spécialité énergétique, mais adopter une approche transversale de l'ensemble des réseaux, régulés et non régulés, en milieu urbain. Il faudra échanger des données sensibles et harmoniser les stratégies de chacun pour concevoir des outils d'aide à la décision qui permettent d'arbitrer en faveur des solutions les plus favorables à la transition énergétique. Pour développer cette vision transversale qui n'existe pas aujourd'hui, il est recommandé de décloisonner la planification des trajectoires d'investissements de chaque réseau, régulé ou non.

### 3. Les principales recommandations des rapports

- ✔ S'interroger sur les choix structurants qui vont devenir incontournables dans la prochaine décennie pour rendre pleinement efficace la transition énergétique et sa déclinaison territoriale.
- ✔ Rappeler que l'autonomie énergétique au niveau local ne peut pas être comprise comme une autosuffisance et encore moins une autarcie, ni techniquement, ni économiquement. La notion d'énergie « *produite localement et consommée localement* » est trompeuse, car elle masque la réalité des flux d'énergie et des interdépendances économiques entre territoires.
- ✔ Rappeler que l'accroissement de la fonction assurantielle du réseau national dans le contexte d'une transition énergétique territoriale est indispensable : le réseau national continuera plus que jamais de garantir de disposer à tout instant de la puissance souhaitée. Ce service assurantiel est déjà pris en compte dans les tarifs, car il correspond à un coût supporté par les gestionnaires de réseaux.
- ✔ Rappeler que l'application d'un tarif de réseau unique à la maille nationale ne s'impose pas d'un strict point de vue économique ; il relève plutôt d'un choix politique. En France, le prix de l'énergie payé par le consommateur final est déconnecté des conditions économiques locales, aussi bien de production que de distribution de l'énergie (voir en particulier nos territoires d'outre-mer).
- ✔ Ne pas permettre le développement de marchés locaux de l'énergie qui soulèveraient de nombreuses difficultés.
- ✔ Rappeler que pour l'autoconsommation collective, il est pertinent que la tarification des réseaux reflète l'économie pour le réseau qu'elle implique. Il convient toutefois de mesurer le risque associé de « *mitage* » du territoire par des poches tarifaires locales.
- ✔ Étudier la difficile question de l'échelle géographique pertinente en cas de choix d'une péréquation à un échelon infranational, différents niveaux sont possibles sans qu'aucun n'apparaisse sans inconvénient.
- ✔ Rappelez que les réseaux de chaleur font chacun l'objet d'une tarification distincte, il n'y a pas de péréquation.
- ✔ Rappelez que la complémentarité est nécessaire entre métropoles et zones péri-urbaines ou rurales environnantes, en termes de besoins et de ressources. Une expression de la solidarité entre ces territoires rend légitime des tarifs d'acheminement communs entre ces territoires.

- ✓ Analyser la possibilité de distinguer les prix de l'électricité selon ses usages, en conservant une péréquation nationale des tarifs d'utilisation des réseaux pour les usages spécifiques de l'électricité, non substituables, mais en introduisant une composante spécifique pour le chauffage ou la climatisation.
- ✓ Rappelez que le modèle historique français est relativement plastique et peut s'adapter sans avoir à être radicalement remis en cause. La perspective d'une mise en concurrence des concessions d'électricité et de gaz ne semble pas d'actualité.
- ✓ Ne pas généraliser la gestion de la distribution d'énergie par des opérateurs locaux. Dans leur rôle de facilitateur de la transition énergétique locale, les Entreprises locales de distribution (ELD) interviennent surtout en tant que producteur d'énergies renouvelables : en cela, toute collectivité peut créer un tel outil dans le cadre de gouvernance existant. Au-delà, une gestion municipale généralisée des services de distribution soulèverait de nombreuses contraintes et des questions nouvelles en matière de péréquation. Les communautés énergétiques, promues au niveau européen, font déjà l'objet de multiples initiatives sans remise en cause du modèle concessionnaire actuel.
- ✓ Rappeler que des évolutions majeures ont déjà été apportées aux équilibres entre concédants et concessionnaires. Un enjeu demeure, relatif à l'accès aux données, avec des demandes accrues de transparence de la part des autorités concédantes. Pour les gestionnaires de réseaux, l'extraction massive des données et leur hébergement sont toutefois coûteux, et il faudra identifier pragmatiquement les vraies utilités et les points d'équilibre en ce domaine.
- ✓ Rappelez que la transition écologique induit une rupture dans l'utilisation de l'espace pour produire de l'énergie. Avec les énergies renouvelables (EnR) le besoin d'espace redevient un enjeu, d'où la nécessité du réaménagement des territoires et d'une nécessaire solidarité entre les territoires urbains denses et ruraux.
- ✓ Développer une plus grande complémentarité entre les réseaux énergétiques qui peut renforcer l'efficacité et permettre la décarbonation de l'énergie, à moindre coût. Cette complémentarité entre réseaux apparaît comme une source essentielle d'efficacité énergétique, mais également de bonne utilisation des finances publiques et d'optimisation de la ressource foncière. Elle permet de valoriser de nouvelles sources d'énergie, notamment issues de la chaleur fatale, de développer des services de flexibilité et de favoriser l'ouverture à de nouvelles demandes d'énergie, en particulier pour la mobilité.
- ✓ Renforcer les capacités d'ingénierie des collectivités territoriales pour déployer des solutions techniques de couplages, approfondir les outils de planification et repenser la gouvernance entre l'échelon national et les différentes strates territoriales. Étudier la question de la régulation des investissements dans les réseaux d'énergie afin de mieux optimiser leurs couplages.
- ✓ Analyser l'existence de freins organisationnels et institutionnels au développement de synergies entre réseaux, notamment comme déjà signalé, une insuffisance d'ingénierie au sein de certaines intercommunalités, des difficultés de planification, une absence d'arbitrage des investissements à la maille locale et une fiscalité énergétique insuffisamment incitative.
- ✓ Étudier les conditions :
  - d'une meilleure coordination des investissements entre réseaux ;
  - des modalités d'optimisation des investissements locaux ;
  - d'une intervention renforcée de la CRE au niveau régional ;
  - d'une mise en cohérence de la temporalité et des objectifs des plans locaux avec la stratégie nationale ;
  - d'une meilleure prise en compte des besoins et des ressources des territoires compatibles avec la vision régaliennne de la transition énergétique.

---

## 8. Rapports du Comité de prospective de la CRE sur les consommateurs d'énergie et la transformation numérique

Cette synthèse regroupe les conclusions et propositions des quatre rapports sur le consommateur et la société : le rapport sur « *Les consommateurs d'énergie et la transformation numérique* », publié en juillet 2018, le rapport sur « *Donner du sens aux données du consommateur* », publié en décembre 2019, le rapport sur « *L'aval compteur* », publié en juin 2021, et le rapport sur « *La confiance du consommateur dans les nouveaux services énergétiques* », publié en mars 2023.

Les co-présidents du premier rapport sont :

- Madame Cécile MAISONNEUVE – Présidente de La Fabrique de la Cité
- Monsieur Jean BERGOUGNOUX – Président d'Équilibre des énergies (EdEn)

Les co-présidents du deuxième rapport sont :

- Madame Cécile MAISONNEUVE – Présidente de La Fabrique de la Cité
- Monsieur Fabien CHONÉ – Co-fondateur de Direct Énergie

Les co-présidents du troisième rapport sont :

- Monsieur Fabien CHONÉ – Président de Fabelsi
- Madame Cécile MAISONNEUVE – Présidente de La Fabrique de la Cité

Les co-présidents du quatrième rapport sont :

- Madame Céline JULLIEN – Économiste, spécialiste de l'engagement citoyen
- Monsieur Philippe MONLOUBOU – ancien Président du Directoire d'Enedis et ancien Président de Think Smartgrids

Les quatre rapports sont publiés dans leur intégralité sur le site Internet dédié au Comité de prospective « *Éclairer l'avenir* »<sup>11</sup>.

### 1. Le numérique et les données au service du consommateur

La puissance des outils numériques modernes donne accès aux consommateurs à un monde d'opportunités pour s'intéresser à leur consommation, en limiter l'empreinte écologique, optimiser leur facture, etc.

Mais, si les entreprises sont avancées sur tous ces domaines, l'enjeu majeur est aujourd'hui d'encourager les consommateurs résidentiels à véritablement se saisir de ces outils pour devenir acteurs de la transition énergétique. Or, hormis une frange d'*early adopters*, une grande majorité de nos concitoyens, habitués à un système qui donne satisfaction sans grand engagement de leur part, ne souhaite pas se préoccuper quotidiennement de questions d'énergie, voire se méfie de l'intrusion du numérique dans la sphère privée.

### 2. L'aval compteur

Développement des outils et services numériques, prise de conscience écologique, nouveaux besoins de flexibilités associés à l'essor des énergies renouvelables : autant de facteurs qui positionnent le consommateur final au cœur de la transition énergétique.

L'objectif est d'inciter les ménages, *via* une modulation du prix, à consommer de l'électricité lorsque celle-ci est abondante et à l'inverse, à diminuer ou reporter de quelques minutes ou quelques heures une partie de leurs consommations lorsque le système est sous tension. Cette dynamique doit aller de pair avec une information

<sup>11</sup> <https://www.eclairerlavenir.fr/rapports/rapport-2018-gt3/>  
<https://www.eclairerlavenir.fr/rapports/rapport-2019-du-groupe-de-travail-n3/>  
<https://www.eclairerlavenir.fr/rapport-2021-du-groupe-de-travail-n3/>  
<https://www.eclairerlavenir.fr/rapport-2023-du-groupe-de-travail-n3/>

accessible et transparente pour les consommateurs, ainsi que la mise en œuvre de mécanismes de soutien à la rénovation des bâtiments et aux ménages les plus précaires, par exemple à travers l'adaptation du chèque-énergie.

Parmi les mesures à retenir :

- ✓ Rationaliser le Tarif réglementé de vente de l'électricité (TRVE) en le rendant saisonnalisé, par exemple à l'horizon 2024.
- ✓ Permettre à la CRE d'adapter le Tarif d'utilisation des réseaux publics d'électricité (TURPE) pour prendre en compte les bénéfices des équipements en aval du compteur.
- ✓ Adapter le « *chèque énergie* » pour prendre en considération la modalité de chauffage électrique, en proposant un abondement du chèque en cas d'utilisation pour le chauffage.
- ✓ Mettre en place un guichet d'accès à un prix de la capacité garanti (*Contracts for difference* – CfD) pour les effacements diffus certifiés, qui permette de développer d'ici 2035 les services et la filière de l'effacement.

Il s'agit, d'autre part, de favoriser le développement d'une offre de services de pilotage des consommations. Le renforcement des incitations économiques n'est pas suffisant pour optimiser la gestion des ressources énergétiques. Pour que ces incitations soient comprises des consommateurs, de nouveaux services de pilotage des équipements en aval du compteur, facilement accessibles à tous, doivent se développer. Le compteur évolué *Linky*, du fait de ses fonctionnalités, constitue une brique essentielle de cette dynamique.

Le préalable à tous des développements restera cependant la question de la confiance.

### **3. La confiance du consommateur dans les nouveaux services énergétiques**

Aujourd'hui érigée en véritable question sociétale, l'énergie est désormais un domaine où la confiance des consommateurs est indispensable pour réussir la transition énergétique : sans confiance des consommateurs, pas de croyance en la capacité du système à s'adapter aux défis de demain, pas d'adhésion aux objectifs collectifs fixés par les pouvoirs publics à moyen et long terme, pas de foi en la capacité collective des acteurs publics et privés à trouver des solutions concrètement utiles à la fois au niveau individuel - pour les consommateurs - et au niveau sociétal, pour répondre au changement climatique.

La question du rôle des consommateurs dans la transition énergétique et dans la sécurité d'approvisionnement doit être posée sous un angle nouveau.

Une méthode, qui serait propice et à la confiance et au développement des nouveaux services énergétiques, eux-mêmes vecteurs de confiance, dans une dynamique auto-entretenu pourrait consister à mettre en place rapidement, afin de tenir les exigences des prochains hivers, sur le modèle de ce qui a été fait dans le domaine de la santé, un « *Conseil du numérique en énergie* ».

Cette méthode comporte deux aspects :

D'abord, un changement de regard sur les consommateurs de l'énergie : pour être efficace et vecteur de confiance, l'incitation à adapter les consommations ne doit pas passer par des messages généraux, mais s'adapter aux modes de vie des consommateurs, pour que ces incitations soient directement et concrètement traduisibles dans les grands « *moments de vie* » que la sobriété doit encourager, c'est-à-dire la flexibilité dans les usages du résidentiel, la performance énergétique de l'habitat et la mobilité propre.

Ensuite, une co-construction d'une éthique du numérique en énergie, au service de la sobriété. Il s'agira pour le « *Conseil du numérique en énergie* » de proposer une démarche collective, associant tous les acteurs, y compris les consommateurs, pour trancher plusieurs questions importantes concernant l'équilibre entre collecte de données et efficacité des services énergétiques. Ces enjeux vont très rapidement nécessiter l'utilisation d'une masse de données plus importante par un nombre d'utilisateurs plus important. Il s'agira, pour tous les acteurs, d'impulser une réflexion profonde sur la collecte des données, leur granularité et leur valorisation, qui doit être au double bénéfique du système énergétique dans le cadre de la transition et du consommateur.

Parmi les mesures à retenir :

✔ Créer les conditions de l'appropriation par tous les consommateurs de leur relation à l'énergie et à leur consommation pour développer la flexibilité dans les usages du résidentiel :

- étudier la possibilité de mettre à disposition de tous les clients ou leurs ayants droits (avec l'accord des clients) des données de consommation d'énergie à un pas demi-horaire ;
- favoriser la démultiplication de l'innovation en développant des solutions de type affichage déporté tout en simplifiant et fiabilisant les informations diffusées pour éviter toute suspicion vis-à-vis de discours commerciaux.

✔ Revisiter complètement et rapidement le cadre d'action et l'ensemble des dispositifs relatifs à la rénovation énergétique pour les rendre lisibles, fiables, simples et financièrement attractifs :

- recentrer le dispositif des Certificats d'économies d'énergie (CEE) sur quelques actions à la fois massives en termes d'enjeux financiers et incontestables en matière d'impact sur la consommation ;
- étudier l'instauration d'un dispositif de type « *tiers payant* » rassemblant dans un flux de financement sans avance les aides publiques et privées ;
- travailler avec les acteurs de la filière à des offres technologiques « *plug and play* » ;
- veiller à faire du «  *carnet d'information logement* » un véritable outil de diagnostic de la performance énergétique du logement.

✔ Inciter activement les acteurs de la filière de la mobilité propre à rendre efficaces l'ensemble des processus énergétiques associés à l'achat d'un véhicule électrique :

- arriver rapidement à un système d'infrastructures fiables, disponibles, opérationnelles et interopérables (stations et bornes de recharge notamment) ;
- faciliter l'intégration et le traitement de données pertinentes et suffisamment granulaires pour optimiser la consommation énergétique du logement et de ses usages (renforcer le lien entre utilisation du véhicule, pilotage de la recharge, pilotage du chauffage, de la production d'eau chaude sanitaire, etc.) ;
- étudier la mise à disposition d'une quantité élargie de données pour faciliter le passage à l'échelle.

✔ Faciliter l'appropriation par l'ensemble des Français des enjeux énergétiques :

- pérenniser le principe d'une communication régulière et systématique sur l'état du système énergétique, en généralisant les opérations actives de maîtrise des consommations rassemblant les consommateurs autour d'actions collectives et individuelles (campagnes Ecowatt et Ecogaz) y compris hors temps de crise).

---

## 9. Rapport de la Commission de régulation de l'énergie sur le pilotage des bâtiments tertiaires

Cette synthèse présente les conclusions et propositions du rapport sur « *Le pilotage des bâtiments tertiaires* », publié en septembre 2023.

Le rapport est publié dans son intégralité sur le site Internet de la CRE<sup>12</sup>.

### 1. Le pilotage des bâtiments tertiaires

La crise énergétique actuelle stimule les initiatives visant à maîtriser la consommation d'énergie et à réduire les émissions de gaz à effet de serre. Ces efforts doivent être pérennes dans le temps pour répondre aux enjeux climatiques, tout en anticipant dès aujourd'hui les contraintes futures pour éviter les situations d'urgence, en garantissant la souveraineté et la stabilité du système énergétique.

L'essor des énergies renouvelables non pilotables d'ici 2035, comme l'éolien et le solaire photovoltaïque, modifie la disponibilité structurelle de l'électricité décarbonée, qui dépendra des périodes ventées et ensoleillées. L'électrification des usages progresse rapidement, notamment avec les pompes à chaleur et les bornes de recharge pour véhicules électriques.

Ces perspectives doivent donc s'accompagner d'efforts de sobriété et d'efficacité énergétique et d'un développement parallèle de moyens de flexibilité, pour ajuster en permanence production et consommation d'électricité.

Les bâtiments tertiaires représentent un réservoir d'efficacité et de flexibilité inexploité : aujourd'hui seulement 6 % des bâtiments tertiaires de plus de 1 000 m<sup>2</sup> sont équipés d'un système de pilotage de l'énergie et les bâtiments équipés n'utilisent pas systématiquement le potentiel de ces systèmes. Peu disposent d'une offre d'électricité différenciée en fonction des périodes, incitant à moduler les consommations pour éviter les pointes.

Par ailleurs, le déploiement des solutions de pilotage permet également d'aller plus loin en mettant les bâtiments tertiaires au service de la flexibilité du réseau électrique afin à la fois de « *consommer moins* » et de « *consommer mieux* ». En effet, le déploiement de ces solutions de pilotage pourrait représenter jusqu'à 6 GW en période de pointe pour les bâtiments tertiaires.

Le décret BACS (publié en 2020, puis renforcé en 2023) a instauré un cadre réglementaire pour le déploiement de solutions de pilotage de l'énergie pour les bâtiments tertiaires supérieurs à 1 000 m<sup>2</sup> dont la mise en œuvre semble, à ce jour, limitée.

Le présent rapport identifie les conditions de succès pour réussir le déploiement des solutions de pilotage dans les bâtiments tertiaires, notamment les bonnes pratiques pour la filière, la montée en compétences des solutions et les dispositifs de soutien et d'accompagnement.

Le rapport présente également des solutions pour exploiter ce gisement à travers des leviers réglementaires et organisationnels. Cela est notamment illustré au travers la restitution d'initiatives comme le concours Cube Flex, lancé par RTE et l'IFPEB qui permis de confirmer la faisabilité de décaler et de moduler certains usages (comme le chauffage, la ventilation, le traitement d'air ou la recharge des véhicules électriques), de manière régulière au quotidien et lors de journées de tests telles qu'EcoWatt. Il en est ressorti qu'entre 5 et 40 % de baisses de consommation d'électricité ont pu être recensées aux heures de pointe en semaine dans les différents bâtiments concernés.

Enfin, le rapport explore les mécanismes économiques à mettre en place pour valoriser cette flexibilité, et aligner les intérêts économiques de l'ensemble des acteurs.

### 2. Les principales recommandations du rapport

#### *S'assurer d'un déploiement réussi des solutions de pilotage dans les bâtiments tertiaires*

Il est nécessaire de diffuser la culture de la gestion de l'énergie dans l'ensemble de la filière afin d'accélérer et de fluidifier la mise en place et l'utilisation des systèmes de pilotage. Cela consiste notamment à renforcer la

<sup>12</sup> <https://www.cre.fr/documents/Publications/Rapports-thematiques/rapport-de-la-commission-de-regulation-de-l-energie-sur-le-pilotage-des-batiments-tertiaires>

communication sur le décret BACS (opportunités, contraintes), à en assurer le suivi de son exécution par la mise en place d'un tableau de bord dédié, à généraliser les bonnes pratiques de mise en place, et à accompagner financièrement et de manière ciblée les acteurs.

✔ Accompagner le déploiement du décret BACS (*Building Automation & Control Systems*).

Dans un premier temps, des actions de communication et d'accompagnement de la filière sont prioritaires, ainsi qu'une sensibilisation sur l'importance de la maintenance des systèmes de pilotage.

Dans un second temps, la mise en place d'un suivi par l'intermédiaire d'un tableau de bord dédié permettra de vérifier que des systèmes de pilotage ont bien été installés et sont utilisés dans tous les bâtiments. Cela pourra être éventuellement complété par des dispositifs permettant de sanctionner les manquements.

✔ Identifier les conditions de généralisation des bonnes pratiques au sein de la filière :

- réaliser un diagnostic détaillé permettant d'alimenter un « *plan de comptage* » de qualité, avant toute mise en place d'un système de pilotage ou EMS (*Energy Management System*) ;
- clarifier les rôles, les droits et les obligations respectifs des différents acteurs, réaliser une revue des clauses contractuelles entre propriétaires, locataires et *facility managers* ;
- réaliser systématiquement des commissionnements ou recommissionnements ou rétrocommissionnements des systèmes en adéquation avec les usages évolutifs des bâtiments ;
- intégrer les exploitants dès la phase de conception et contractualiser avec eux sur du « *commissionnement en continu* », permis par la simplification et la standardisation du système de pilotage.

✔ Renforcer les aides financières sur des points précis :

- pérenniser la bonification des Certificats d'Économies d'Énergie (CEE) soutenant l'installation des systèmes de Gestion Technique des Bâtiments (GTB) instaurée sur l'année 2023 en réponse à l'urgence énergétique ;
- prévoir des aides au commissionnement ou recommissionnement ou rétrocommissionnement réguliers des systèmes de pilotage soient en adéquation avec les usages évolutifs des bâtiments ;
- prévoir des aides pour rendre les BACS « *flex ready* » (audit et mise à niveau pour la flexibilité).

### **Activer le gisement de flexibilité électrique des bâtiments tertiaires**

Il convient d'activer la flexibilité électrique des bâtiments tertiaires *via* l'amélioration des pratiques : systématiser la gestion de la flexibilité dans les systèmes de pilotage, paramétrer un mode « *EcoWatt d'urgence* », faire évoluer le cadre réglementaire actuel, développer des protocoles d'échanges de données amont/aval et assurer l'interopérabilité des systèmes.

✔ Quantifier le gisement de flexibilité dans le tertiaire et œuvrer à son activation pour préserver l'équilibre offre-demande du réseau électrique.

✔ Proposer systématiquement, lors des inspections techniques à réaliser dans le cadre du décret BACS, une mise à niveau « *flex ready* » du BACS.

✔ Systématiser la programmation, dans les systèmes de pilotage des bâtiments d'un mode d'urgence « *EcoWatt d'urgence* » permettant d'activer un effacement drastique des consommations d'énergie pendant des plages horaires courtes.

✔ Construire le cadre réglementaire de la gestion de la puissance dans les bâtiments tertiaires, concernant la construction neuve et la rénovation, par exemple au travers d'un calcul non contraignant lors de la révision prochaine de la réglementation sur les bâtiments existants.

✔ Pour favoriser les interactions entre acteurs sur la flexibilité tertiaire, accompagner le lancement de la plateforme GoFlex fin 2023 et faire reconnaître par les pouvoirs publics l'indicateur GoFlex comme la règle applicable pour tous les bâtiments de plus de 1 000 m<sup>2</sup>, tout en assurant sa bonne évolution dans le temps. Intégrer

GoFlex aux attestations produites annuellement dans le cadre du décret tertiaire (plateforme OPERAT) ou encore dans la Règlementation Environnementale de 2020 (RE2020).

✔ Identifier les chaînes de données d'activation des gisements de flexibilité que représentent les usages décalables, modulables et effaçables des bâtiments tertiaires par la mise en place d'un groupe de travail d'experts. Ce groupe de travail œuvrera à partir de cas d'usage concrets et identifiera l'ensemble des solutions techniques disponibles.

✔ Proposer la création d'un cadre numérique de confiance dédié à la filière Énergie, au service des acteurs du bâtiment et des réseaux énergétiques. Ce cadre d'interopérabilité des données de l'énergie, qui devra s'appuyer sur les référentiels européens, permettra la création de services innovants, à commencer par la flexibilité, en exploitant des données nouvelles et multiples en garantissant les notions de propriété de la donnée, de la maîtrise de l'identité, du consentement à utiliser la donnée.

### ***Valoriser la flexibilité dans les bâtiments tertiaires***

Il est nécessaire d'éclairer le choix de la flexibilité par l'intermédiaire de sa valorisation économique qui devra être attractive et accessible pour l'ensemble des acteurs. Cela consiste notamment à approfondir les expérimentations en cours par les opérateurs et à intégrer aux contrats/offres de fourniture d'électricité la flexibilité et la bidirectionnalité.

✔ Considérer la flexibilité énergétique structurelle du quotidien (consommer chaque jour au bon moment) comme un levier privilégié pour éviter les pics de consommation, à valoriser à travers les offres incitatives de fournitures de l'électricité.

✔ Valoriser davantage les flexibilités structurelles et dynamiques à travers les tarifs proposés aux bâtiments tertiaires :

- en incitant au développement de produits de marché de gros permettant ensuite d'inciter à la déformation des modes de consommation dans le marché de détail ;
- en engageant une réflexion sur la disparition progressive des structures d'offres « de base » (offres à prix unique) et sur le déploiement des structures de prix d'offre avec plusieurs plages horaires, voire de pointe mobile.

Par ailleurs, une piste de réflexion mérite une étude approfondie pour évaluer leur complexité de mise en œuvre et le ratio coûts/bénéfices sur l'ensemble de la chaîne de valeur (et notamment systèmes d'informations des gestionnaires de réseaux, des fournisseurs, des responsables d'équilibre et des clients) :

- accélérer l'innovation tarifaire, par exemple en facilitant la « *cohabitation* » de plusieurs fournisseurs auprès d'un même client, sous réserve de mener les analyses coût-bénéfice démontrant l'intérêt d'une telle évolution ;
- optimiser les actuelles modalités d'application du Tarif d'utilisation des réseaux publics d'électricité (TURPE), notamment, le placement des Heures Pleines/Heures Creuses et sa saisonnalisation pour le rendre cohérent avec le signal prix au service de l'équilibre offre/demande, les contraintes des réseaux, et les capacités techniques de flexibilité des bâtiments tertiaires.

✔ Suivre l'expérimentation initiée par RTE, Enedis et Eginov, et œuvrer dès les premières conclusions positives, à une pérennisation de la valorisation des hausses de consommation sur la plateforme de Notification d'Échanges de Blocs d'Effacement (NEBEF).

✔ Définir des méthodes alternatives de flexibilité dynamique adaptées aux spécificités des sites tertiaires pour le contrôle du réalisé des effacements sur le mécanisme NEBEF (effacements dans le marché) et sur le mécanisme d'ajustement.

✔ Inciter – lors des demandes de raccordement – les clients ou leurs représentants à intégrer le potentiel de flexibilité dans l'estimation de leur besoin futur d'utilisation des réseaux pour modérer la puissance de raccordement du bâtiment. Lancer une réflexion pour évaluer l'intérêt d'étendre les Offres de Raccordement Intelligentes (ORI) au pilotage des usages électrifiés.

✔ Faire des bâtiments un des acteurs du système énergétique :

- favoriser le développement de solutions de pilotage permettant de réaliser des effacements tournants, accompagner le développement du stockage d'énergie dans les bâtiments et inciter à la rédaction de contrats bidirectionnels avec les fournisseurs d'énergie ;
- faciliter le pilotage de la recharge des véhicules électriques dans les bâtiments, en définissant précisément les critères de standardisation et d'interopérabilité des points de recharge.

## 10. Rapport de la Commission de régulation de l'énergie sur l'avenir des infrastructures gazières

Cette synthèse présente les conclusions du rapport sur l'« Avenir des infrastructures gazières aux horizons 2030 et 2050, dans un contexte d'atteinte de la neutralité carbone », publié en avril 2023.

Le rapport est publié dans son intégralité sur le site Internet de la CRE<sup>13</sup>.

### 1. Synthèse

L'atteinte de l'objectif de neutralité carbone à l'horizon 2050 nécessite une mutation en profondeur du mix énergétique. Un nouveau parc de production, électrique comme gazier, va devoir être développé. La modification des usages pourra générer des bascules de grande ampleur entre énergies. La neutralité carbone et l'urgence climatique obligent l'ensemble des acteurs du système énergétique à emprunter des chemins en rupture par rapport aux tendances actuelles. Ainsi, les infrastructures de réseaux énergétiques (réseaux électriques et gaziers, stockages, terminaux méthaniers) devront accueillir les nouvelles sources de production décarbonées, s'adapter aux nouveaux profils de consommation et faire face, pour les infrastructures gazières, à une baisse de la consommation.

Les décideurs publics se doivent d'accompagner ces mutations et devront fixer des caps permettant d'atteindre les objectifs nationaux. La prochaine Programmation pluriannuelle de l'énergie (PPE) constitue à ce titre un rendez-vous important. Les choix opérés devront s'appuyer sur des analyses des conséquences, notamment sur les consommateurs et les infrastructures, des trajectoires fixées.

La présente étude s'inscrit dans le cadre des travaux préparatoires de cette nouvelle PPE. Elle a été réalisée par la CRE, sur sollicitation initiale de la Direction générale de l'énergie et du climat (DGEC). Elle se fonde sur de nombreuses modélisations et analyses réalisées par les opérateurs d'infrastructures gazières (GRDF, GRTgaz, les entreprises locales de distribution (ELD), Teréga, Storengy, Elengy, etc.) à partir des orientations et paramètres proposés par la CRE. Elle a pour principal objectif d'apporter un éclairage quant aux effets sur les infrastructures gazières de différents scénarios de production et de consommation de gaz aux horizons 2030 et 2050.

La CRE a fait le choix d'étudier trois scénarios de production/consommation, aux horizons 2030 et 2050, en s'appuyant sur des scénarios existants documentés, représentant chacun des évolutions différenciées mais s'inscrivant tous les trois dans l'objectif de neutralité carbone : deux scénarios de l'Ademe et un scénario construit par les gestionnaires de réseaux de gaz à partir de documents de planification régionaux. Ces scénarios ambitieux projettent un volume de consommation de gaz en 2050 compris entre 165 et 320 TWh. La CRE s'est, par ailleurs, fixée comme contrainte d'étudier des scénarios avec un bilan équilibré à la maille France, c'est-à-dire que la production annuelle de gaz vert doit égaler la consommation annuelle, ce qui permet d'arrêter la consommation de gaz fossile à l'horizon 2050 tout en assurant la souveraineté énergétique de la France.

Ces scénarios induisent deux effets contraires sur les infrastructures gazières que la CRE a cherché à modéliser : d'une part, l'adaptation des réseaux pour accueillir une production locale de gaz vert répartie sur l'ensemble du territoire et, d'autre part, la modification des besoins d'acheminement de ce gaz auprès des consommateurs. Pour mener ses analyses, la CRE s'est appuyée sur des modélisations et analyses fournies par les opérateurs d'infrastructures gazières (GRDF, GRTgaz, les ELD, Teréga, Storengy, Elengy, etc.).

La CRE formule, à la lumière de ces résultats, neuf enseignements afin d'éclairer les travaux à venir sur la place du gaz dans le mix énergétique français et de proposer des stratégies de développement des infrastructures de gaz qui permettront de mettre en œuvre de manière optimale les objectifs qui seront retenus dans la future PPE.

✓ L'adaptation des réseaux pour accueillir la production de gaz décarboné nécessitera des investissements compris entre 6 et 9,7 Md€ d'ici 2050 en fonction des scénarios. L'effort d'investissement annuel correspondant (entre 200 et 300 M€ par an) reste raisonnable au regard des coûts d'investissements actuels (1,3 Md€ par an). Le coût unitaire par TWh injecté décroît avec le volume de production, et des économies d'échelle apparaissent à partir de 2040 dans tous les scénarios.

<sup>13</sup> <https://www.cre.fr/Documents/Publications/Rapports-thematiques/avenir-des-infrastructures-gazieres-aux-horizons-2030-et-2050-dans-un-contexte-d-atteinte-de-la-neutralite-carbone>

✓ Le réseau de transport de gaz actuel reste en très grande partie nécessaire même en cas de baisse prononcée de la consommation, pour compenser les écarts géographiques et temporels entre consommation et production. Les actifs « libérables » se concentrent sur le réseau de transport principal. Il s'agit de canalisations doublées qui représentent à horizon 2050 entre 3 et 5 % des km de canalisations de transport ainsi qu'au moins 7 stations de compression.

✓ Compte-tenu des plans énergie climat des pays avec lesquels la France est interconnectée, la France continuera à occuper une place importante dans le système gazier européen. Les flux générés par le transit pour nos voisins européens nécessiteront de conserver un réseau surdimensionné par rapport aux seuls besoins nationaux. À l'horizon 2050, le maintien, sur le réseau principal, d'entre 2 et 3 % des canalisations globales et d'un peu moins d'un quart des stations de compression est rendu nécessaire par les besoins de transit.

✓ La plus faible flexibilité de la production de gaz vert entrainera un changement du profil d'utilisation des stockages, dont le dimensionnement sera de plus en plus orienté par le besoin à la pointe. Ce besoin de performance de soutirage à la pointe baisse néanmoins entre 18 et 67 % à l'horizon 2050 en fonction des scénarios. L'intégralité du parc actuel de stockage ne restera donc pas nécessaire. Il conviendra néanmoins de conserver un volume utile suffisant pour permettre de faire face à des aléas pluriannuels.

✓ Le parc de stockage optimal pour le méthane (CH<sub>4</sub>) n'est pas le même que le parc de stockage dans une vision prenant en compte l'hydrogène (H<sub>2</sub>) car les stockages en cavités salines sont les seuls qui pourront accueillir de l'hydrogène, mais également ceux qui permettent de répondre au mieux aux besoins en 2050 du système gazier. Pour répondre aux besoins potentiels de stockage de l'hydrogène en évitant des investissements non efficaces pour la collectivité, il pourrait être pertinent de convertir les salins en priorité à l'hydrogène. Néanmoins la conversion devra être prudente en s'assurant que le système CH<sub>4</sub> peut se passer du stockage salin considéré et en s'appuyant sur un besoin de stockage H<sub>2</sub> avéré. Toute conversion avant 2030 semble imprudente quel que soit le scénario retenu.

✓ Le réseau de distribution de gaz a été largement renouvelé ces dernières années. Dans l'ensemble des scénarios, il restera, dans une vision nationale, nécessaire et essentiellement dimensionné pour la production de gaz vert. Localement néanmoins, en fonction des configurations, certains actifs pourraient être abandonnés, dans une proportion qui devrait rester très limitée.

✓ Pour optimiser le réseau de distribution nécessaire à terme, il pourrait être pertinent de mener dès à présent un exercice de coordination locale, en priorité dans les zones avec des projets de développement de réseaux de chaleur. À plus long terme et en fonction de la baisse effective de la consommation, il semble plus pertinent dans une stricte logique d'optimisation du réseau à maintenir localement, de tendre vers une sortie de l'usage gaz à la maille locale, plutôt que d'interdire des usages spécifiques à la maille nationale.

✓ Les analyses menées sur le seul réseau gazier ne doivent pas conduire à des décisions ne tenant pas compte de l'imbrication entre les différents réseaux énergétiques. Par exemple, le degré de complémentarité entre système électrique et système gazier reste incertain à horizon 2050 et dépendra du mix électrique et des choix en matière de chauffage. Un éventuel transfert massif de la pointe gazière vers de la pointe électrique doit être analysé finement dans ses conséquences, en tenant compte notamment de la capacité du système électrique à absorber le surplus de pointe et du bilan carbone global.

✓ Les grands terminaux méthaniers devraient rester nécessaires pour la sécurité d'approvisionnement et pour la solidarité européenne à moyen voire long terme. Ces terminaux bénéficient aujourd'hui de souscriptions à long terme. Il convient d'éviter de prendre des mesures fragilisant les engagements de souscription actuels qui permettent aux terminaux de s'auto-financer, et d'adapter les conditions de leur régulation pour les rendre plus agiles, dans une compétition internationale.

La CRE s'est concentrée dans ce rapport sur la molécule méthane. L'hydrogène, qui pourrait prendre une place croissante du mix énergétique français dans les années à venir, présente des interactions avec le système gazier, mais celles-ci ne doivent pas être surestimées. Certaines infrastructures (canalisation de transport de gaz et stockages salins) peuvent en effet être converties à l'hydrogène à terme. Ces possibilités ont été prises en compte dans le cadre de cette étude, et la CRE étudiera dans un futur volet de l'étude les conditions de leur éventuelle conversion.

Enfin, la CRE prévoit la poursuite de ses travaux afin d'évaluer plus finement les conséquences économiques, pour les opérateurs et pour les consommateurs, de différentes configurations d'infrastructures envisagées. La CRE sera par ailleurs amenée prochainement à faire évoluer le cadre de régulation tarifaire des infrastructures de gaz pour

tenir compte des dynamiques potentielles étudiées dans le cadre de ce rapport, et assurer une régulation permettant d'en limiter le cas échéant les effets négatifs.

---